

UMBRIA RICERCHE

Semestrale dell'Agenzia Umbria Ricerche

LA TRANSIZIONE
ENERGETICA
IN UMBRIA

4-5
2023



Agenzia Umbria Ricerche



Agenzia Umbria Ricerche

UMBRIA RICERCHE

Semestrale dell'Agenzia Umbria Ricerche

LA TRANSIZIONE ENERGETICA IN UMBRIA

a cura di Franco Cotana



COMITATO DI DIREZIONE

Alessandro Campi

Amministratore Unico AUR

Elisabetta Tondini

Responsabile di ricerca AUR

Mauro Casavecchia

Responsabile di ricerca AUR

Giuseppe Coco

Responsabile di ricerca AUR

SEGRETERIA DI REDAZIONE

Emanuele Pettini

Agenzia Umbria Ricerche

e.pettini@agenziaumbriaricerche.it

075 5045807

REDAZIONE

Tharita Pierini

Agenzia Umbria Ricerche

Roberta Chiappini

Agenzia Umbria Ricerche

Andrea Crippa

Ricercatore

DIRETTORE RESPONSABILE

Giuseppe Coco

Responsabile di ricerca AUR

COMITATO SCIENTIFICO

Andrea Cardoni

Università degli Studi di Perugia

Franco Cotana

Università degli Studi di Perugia

Giuseppe Croce

Università di Roma La Sapienza

Marco Damiani

Università degli Studi di Perugia

Paola De Salvo

Università degli Studi di Perugia

Luca Diotallevi

Università degli Studi Roma Tre

Fabio Fatichenti

Università degli Studi di Perugia

Chiara Moroni

Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

Maria Giovanna Ranalli

Università degli Studi di Perugia

© Agenzia Umbria Ricerche

Perugia, 2023 - Tutti i diritti riservati

L'utilizzo, anche parziale, è consentito
a condizione che venga citata la fonte

Loc. Pila - Villa Umbra - 06132 Perugia

www.agenziaumbriaricerche.it

Registrazione del Tribunale di Perugia

n. 13/2009 R.P. del 31.03.2009

ISSN 2785-3438 Edizione fuori commercio

Stampa

Centro Stampa Giunta Regionale - Regione Umbria

Via M. Angeloni, 61 - 06124 Perugia

Finito di stampare nel mese di Settembre 2023

Gli scritti pubblicati nella presente rivista
impegnano esclusivamente i rispettivi autori

Nella valutazione degli articoli proposti,
la rivista segue la procedura one-side blind

INTRODUZIONE	5
Franco Cotana	

LA VISIONE DI UN'UMBRIA DECARBONIZZATA

TRANSIZIONE ECOLOGICA ED ENERGETICA	11
Franco Cotana	

LA RICERCA PER L'EFFICIENZA ENERGETICA

DECARBONIZZAZIONE E TRANSIZIONE ECOLOGICA	27
Elisa Belloni, Luca Brunelli	

BIOMASSE	45
Andrea Nicolini, Valentina Coccia	

MATERIALI E TECNOLOGIE PER L'EFFICIENZA ENERGETICA IN EDILIZIA	59
Claudia Fabiani, Anna Laura Pisello	

TERRITORIO E GESTIONE SOSTENIBILE DEI BOSCHI	73
Fabio Bianconi, Marco Filippucci, Simona Ceccaroni	

I CARATTERI SALIENTI DELL'IDROELETTRICO IN UMBRIA	87
Annamaria Bartolini, Giovanni De Santis	

COMUNITÀ ENERGETICHE RINNOVABILI	97
Ilaria Pigliautile, Elena Tarpani, Anna Laura Pisello	

PER UN NUOVO PARADIGMA ENERGETICO	113
Stefano Gatti	

FONTI RINNOVABILI E OPPORTUNITÀ PER L'UMBRIA	133
Diego Zurli	

**TRANSIZIONE ENERGETICA:
IL CASO DI TRE REALTÀ IMPRENDITORIALI UMBRE**

ANGELANTONI Federica Angelantoni	143
ECOSUNTEK Federica Marinelli	153
COLACEM Fabrizio Pedetta	161

INTRODUZIONE

Franco Cotana

Professore Ordinario di Fisica Tecnica Industriale presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia

La crisi energetica che sta colpendo duramente l'Europa è legata alla carenza di diversificazione di approvvigionamento delle fonti energetiche e alla forte dipendenza dal Gas Naturale Russo, circa il 40% del totale consumato per il nostro Paese.

La guerra in Ucraina ha enfatizzato ancora di più quello che già era noto da una quindicina di anni: la grande vulnerabilità dell'Italia dall'approvvigionamento energetico. Un altro fattore di criticità è la carenza di energie alternative a zero emissioni di CO₂ da poter sostituire ai combustibili fossili, come l'energia Nucleare che ha posto la Francia in condizioni di maggior sicurezza rispetto alle crisi geopolitiche mondiali. Sebbene nel nostro Paese sia stata abbandonata la tecnologia del Nucleare e si sia perduta gran parte della formazione e la ricerca scientifica universitaria di questo settore, potrebbe riconsiderare e valutare bene anche questa opzione, ovviamente con tutti i criteri di sicurezza da adottare che ne conseguono. I provvedimenti normativi europei e nazionali

hanno un rilevante impatto sulle esigenze di sviluppo del rinnovabile in Italia, tutte le energie rinnovabili dovranno avere un impulso significativo.

Il 21.01.2020 è stato pubblicato il PNIEC 2021-30 (Piano Nazionale Integrato dell'Energia e del Clima) frutto di una intesa MISE-Ministero Ambiente. Tale piano elaborato prevedeva nel 2030 una riduzione del 40% delle emissioni di CO2 rispetto alle emissioni del 1990 come media europea (per l'Italia del 37%) e una quota di energie rinnovabili pari al 30% dell'energia nei consumi finali lordi di energia. Il 14.07.2021 l'UE vara il pacchetto di direttive denominato "FIT for 55" che prevede un incremento della riduzione della CO2 al 2030 portandola dal 40% al 55% come media europea, che per l'Italia è pari al 51% di riduzione della CO2, anziché il 37% previsto nel PNIEC. Con lo stesso provvedimento viene incrementata la quota di energie rinnovabili al 2030 pari che passano dal 30 al 40% con l'obiettivo finale al 2050 della completa decarbonizzazione dell'economia.

Il D.lgs. 199 del 30.11.2021, recepimento della direttiva europea RED II, amplia il concetto di CER (Comunità Energetiche Rinnovabili) che ora potranno avere impianti di energie elettrica da fonti rinnovabili fino a 1000 kW (anziché 200 kW come nel provvedimento precedente) e l'estensione territoriale della CER diviene quello della cabina elettrica primaria della rete in media tensione (che può estendersi anche oltre i confini comunali).

In vigore dal 22.03.2022, il "Decreto Ucraina" (D.L. n. 21) prevede che le aree idonee alla realizzazione di impianti fotovoltaici siano estese: dai 300 ai 500 metri quelle agricole che si trovano intorno a stabilimenti industriali, cave e miniere, e dai 150 ai 300 metri quelle collocate nelle fasce adiacenti alle autostrade.

Il D.L. n. 50 del 17.05.2022 - "Misure urgenti in materia di politiche energetiche nazionali, produttività delle imprese e attrazione degli investimenti, nonché in materia di politiche sociali e di crisi Ucraina", prevede di semplificare ulteriormente i procedimenti autorizzativi per la realizzazione di nuovi impianti e potenziare la produzione energetica nazionale.

Il 18.05.2022 la commissione UE vara il nuovo pacchetto REPOWER EU che, con un budget di 300 miliardi di € (70 a fondo perduto il resto a tasso agevolato) ha come obiettivo l'abbandono delle fonti fossili importate dalla Russia entro 5 anni. L'obiettivo al 2030 delle energie rinnovabili viene ulteriormente incrementato passando dal 40% al 45%. Il provvedimento prevede che nel 2030 la produzione di idrogeno verde (da fonte rinnovabile) dovrà raggiungere 10

milioni di tonnellate/anno all'interno dell'UE e altre 10 milioni di tonnellate/anno dovranno essere importate extra UE. Considerando che l'Italia rappresenta l'11% di questo obiettivo, si prevede che essa dovrà produrre circa 1 milione di tonnellate di idrogeno rinnovabile e importarne altrettanto: entro il 2050 il consumo di idrogeno in Italia dovrà arrivare a oltre 6 milioni di tonnellate/anno.

L'Italia consuma 126 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio mentre l'energia elettrica oggi rappresenta solo il 22% di tutta l'energia consumata. Il nostro paese ha grandi potenzialità nell'ambito dell'utilizzo di alcune fonti energetiche rinnovabili. In particolare, ha una fiorente industria nel solare termico e negli inverter per il solare PV; anche lo sfruttamento nel settore dell'eolico potrebbe essere incrementato, anche se la produzione Italiana di aerogeneratori è marginale. Il settore idroelettrico è stato ampiamente sfruttato e rimane un asset importante di produzione di energia rinnovabile ma, l'incremento di potenza in questo campo in prospettiva, è relativamente modesto, tenendo anche conto delle priorità dell'uso dell'acqua che vede la produzione energetica come ultimo impiego.

Sull'ondata del 'Burden Sharing' (ribaltamento degli obiettivi sugli stati e sulle regioni) stabilito dall'UE, l'Umbria che attualmente consuma 2.150 kTep/anno CFL (consumi finali lordi), di cui 500 kTep di energia elettrica e 1650 kTep per usi termici al 2050, dovrebbe consumare 1.500 kTep CFL e incrementare la produzione di almeno 1 milione di tonnellate equivalenti di petrolio in energie rinnovabili e idrogeno per sostituire completamente l'energia da fonte fossile. La Regione Umbria rappresenta circa il 2% degli obiettivi nazionali e quindi dovrà riuscire a produrre nello specifico 15.000 - 20.000 ton di H₂ al 2030. Per questi obiettivi l'Umbria si sta dotando di una propria strategia regionale sull'idrogeno.

Questa pubblicazione vuole porre all'attenzione dei lettori i punti chiave di questa grande sfida finalizzata alla transizione energetica dell'Italia ed in particolar modo dell'Umbria. Dopo aver posto l'attenzione sul quadro normativo di riferimento e sugli obiettivi da perseguire, sarà illustrato lo stato della ricerca scientifica su queste tematiche ed in particolare si parlerà di generazione di energia elettrica distribuita, di fonti energetiche rinnovabili, di biomasse, di efficientamento energetico del costruito attraverso l'impiego di nuovi materiali e tecnologie, del territorio e della gestione sostenibile delle sue aree boschive, di comunità energetiche, dell'idrogeno verde e delle sue immense potenzialità.

La decarbonizzazione dell'Umbria è una realtà ineluttabile che dovrà avvenire come per tutte le altre regioni d'Italia entro il 2050. Tuttavia, come potrete osservare dalle visioni riportate in questo volume, l'Umbria ha tutte le potenzialità per divenire la prima regione decarbonizzata del Paese grazie alle risorse del territorio, al suo patrimonio culturale e alle sue innumerevoli opportunità di sviluppo e innovazione, con tutti i benefici che ne deriveranno e che una rivoluzione epocale come questa comporta.

LA VISIONE
DI UN'UMBRIA
DECARBONIZZATA

TRANSIZIONE ECOLOGICA ED ENERGETICA

LINEE GUIDA: PIANO PRELIMINARE STRATEGICO PER L'UMBRIA,
PRIMA REGIONE DECARBONIZZATA D'ITALIA AL 2040

Franco Cotana

Professore Ordinario di Fisica Tecnica Industriale presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia

Con la sottoscrizione del protocollo di Parigi della COP21 del 2015, con il New Green Deal europeo presentato dalla presidente Ursula von der Leyen nel dicembre 2019 e con le recenti delibere della Commissione Europea "Fit for 55" in materia di Clima, Energia, Trasporti e fiscalità, finalizzate a ridurre le emissioni nette di gas climalteranti di almeno il 55% entro il 2030 rispetto al 1990, l'Europa vuole con determinazione raggiungere impatto climatico zero nel 2050.

In base a tali direttive si prevede: la creazione di un *Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)* in pratica una tassa CO₂ sull'import, di cemento, ferro, acciaio, alluminio, fertilizzanti e elettricità, nel caso gli stessi non siano prodotti con adeguati standard rispetto alle emissioni. L'obiettivo di proteggere le nostre industrie da una concorrenza sleale da produttori non europei che non siano soggetti a standard ambientali simili ai nostri. La misura dovrebbe evitare la delocalizzazione di certe produzioni verso nazioni con standard ambientali meno stringenti.

PRIMO MILESTONE 2030

1. L'efficienza energetica l'Italia dovrebbe aumentare al fine di ridurre del 32,5% entro il 2030 i consumi di energia, tale riduzione per l'Umbria dovrebbe significare un consumo di energia totale annuo minore di 1,85 MTep.
2. Le energie rinnovabili devono arrivare a coprire il 40% dei consumi finali.
3. Emission Trading System previsto un aumento della velocità di riduzione dei diritti all'emissione di CO₂ eq includendo anche edifici e trasporti nel meccanismo ETS.

SECONDO MILESTONE 2035

4. Trasporti terrestri si prevede una progressiva riduzione delle emissioni di CO₂ di auto e furgoni per arrivare a "emissioni zero" dal 2035 nessun veicolo nuovo, diesel a benzina o ibrido, sar pi venduto a partire da tale data.

TERZO MILESTONE 2050

5. Completa decarbonizzazione dell'economia dell'Europa carbon neutral. Auto e sistemi di trasporto navi aerei treni alimentati con energia elettrica rinnovabile oppure a idrogeno verde. Decarbonizzazione anche dei sistemi "Hard to abate" quali produzione primaria di acciaio, cemento, ceramica, alluminio, ecc.

Sulla base di tale scenario Europeo e considerando il Burden Sharing (ribaltamento sugli stati e sulle regioni degli obiettivi), l'Umbria che attualmente consuma 2.150 kTep/anno CFL (consumi finali lordi), al 2050 dovrebbe consumare 1.500 Ktep CFL e incrementare la produzione di almeno 1 milione di tonnellate equivalenti di petrolio in energie rinnovabili e idrogeno per sostituire completamente l'energia da fonte fossile.

La decarbonizzazione dell'Umbria al 2040

La decarbonizzazione dell'economia Europea è un processo irreversibile che dovrà essere completato entro il 2050. L'Umbria "Cuore verde d'Europa" può essere una regione virtuosa che, approfittando di questa onda di cambiamento, in grado di porsi degli obiettivi ambiziosi, anticipando il processo di decarbonizzazione dell'economia grazie al proprio elevato potenziale di risorse energetiche rinnovabili e alla relativamente bassa densità di popolazione. Tale ambizioso obiettivo implica importanti miglioramenti del sistema della gestione del territorio, innovazioni nel sistema dei trasporti e dei servizi, ma soprattutto un radicale cambiamento nel sistema produttivo con l'implementazione di nuove tecnologie e la sostituzione delle energie fossili con le energie rinnovabili.

Un cambiamento di tale portata deve essere pianificato fin da subito per costruire un futuro che faccia della nostra regione un polo attrattivo per gli investimenti ed un crogiolo di innovazioni e sperimentazioni, un laboratorio per l'Italia e l'Europa che, anticipando i tempi della transizione, sia da esempio con una moltitudine di buone pratiche da replicare e trasferire.

Del resto l'Umbria sembra proprio una realtà perfetta per tali ambiziosi obiettivi: la presenza di due poli industriali "Hard to Abate" come il polo del cemento a Gubbio e il polo dell'Acciaio a Terni; un territorio per metà coperto da boschi e fatto da città medio piccole e borghi che costituiscono aggregati urbani a bassa densità distribuiti nel territorio regionale che creano una forte domanda di trasporti sostenibili e innovativi sia per la mobilità interna e sia per il turismo.

Le risorse energetiche rinnovabili dell'Umbria

L'Umbria ha un potenziale energetico sfruttabile annuo da fonti rinnovabili ragguardevole:

Eolico	100k Tep	(sfruttato oggi solo 1%)	1
Idroelettrico	280 Ktep	(sfruttato oggi solo 90%)	250
Fotovoltaico*	1000 Ktep	(sfruttato oggi solo 7%)	70
Biomasse (incluso biogas)	450 Ktep	(sfruttato oggi solo 18%**)	180
Geotermia a alta entalpia	10 Ktep	(non sfruttato)	-
Geotermia a bassa entalpia Usi termici-riscaldamento , aria e acqua di falda per Pompe di Calore	400 Ktep	sfruttata ad oggi 5% P.d.C.)***	5
Rifiuti	22 Ktep	(non sfruttato)	-
POTENZIALE TOTALE	2262 Ktep		506 Ktep

*Per le superfici a fotovoltaico si considerano le potenzialità di aree industriali ex discariche, cave e tetti (senza agrivoltaico) per una superficie totale di circa 2000 ettari di superficie pari a circa l'16% delle superfici antropizzate. Ulteriori 1000 ettari equivalenti possono essere considerati disponibili da agri-voltaico o da uno sfruttamento maggiore fino al 16% delle coperture tetti e aree industriali.

**Ad oggi la produzione di energie rinnovabili in Umbra ammonta a circa 500 Ktep sia di energia elettrica sia di energia termica da legna da ardere e derivati (pellet, bricchette e cippato) quest'ultima per un totale di 180 Ktep (di cui 80kTep di legna da ardere e derivati autoctoni e circa 100 kTep di pellet e legna da importazione o fuori regione).

***Non si tratta di energia primaria ma di energia termica che puo' essere ragionevolmente "pompata" con pompe di calore (P.d.C.) per usi termici "in riscaldamento" o per aumentare l'efficienza delle P.d.C. in raffreddamento.

Monitoraggio obiettivi regionali sulle fonti rinnovabili fissati dal DM 15 marzo 2012 "Burden sharing" Quota dei consumi finali lordi di energia coperta da fonti rinnovabili (%)

	CFL FER (ktep)		CFL (ktep)		CFL FER / CFL (%)	
	Consuntivo	Obiettivo	Consuntivo	Obiettivo	Consuntivo	Obiettivo
2012	446	223	2.266	2.577	19,7%	8,7%
2013	461		2.220		20,8%	
2014	443	246	2.104	2.581	21,0%	9,5%
2015	505		2.222		22,7%	
2016	504	273	2.151	2.585	23,4%	10,6%
2017	536		2.126		25,2%	
2018	504	308	2.131	2.589	23,7%	11,9%
2019	496		2.150		23,1%	
2020		355		2.593		13,7%

Nel 2019 la quota dei consumi complessivi di energia (CFL Consumi Finali Lordi) coperta da fonti rinnovabili pari al 23,1%; il dato superiore sia alla previsione del DM 15 marzo 2012 per il 2018 (11,9%) sia all'obiettivo da raggiungere al 2020 (13,7%).

La strategia per la decarbonizzazione dell'Umbria

Attualmente l'Umbria consuma 2.150 Ktep di CFL Consumi Finali Lordi (come energia primaria circa 2.500 Ktep) di cui: 500 Ktep di energia elettrica e 1650 Ktep per usi termici. Gli interventi e gli incentivi nazionali quali comunità energetiche, bonus e superbonus 110% per l'efficientamento energetico degli edifici e delle comunità consentiranno una significativa riduzione dei consumi entro il 2030. Basti pensare che una abitazione tradizionale degli anni 70 o precedente ha un consumo di circa 200 kWh/m² per anno contro le 20 kWh/m² anno di abitazioni in classe A dotate di cappotto termico e nuovi generatori di calore ad alta efficienza. Anche in campo industriale l'incentivazione ad un uso razionale ed efficiente dell'energia quale ad esempio l'uso degli inverter per alimentare pompe e motori elettrici e di altre tecnologie stanno dando un significativo contributo alla riduzione dei consumi.

Grazie pertanto all'efficientamento energetico, possiamo assumere al 2040 un consumo energetico per l'Umbria di circa 1.500 Ktep.

Ipotizzando di soddisfare tale consumo con le sole energie rinnovabili nei vari settori civile, industriale e trasporti, risulta indispensabile programmare un mix di produzione tra energia elettrica, termica e idrogeno che permetta di soddisfare le esigenze della nostra regione incrementando la produzione di energie rinnovabili di almeno 1.000 Ktep.

a) Efficienza energetica in Umbria

Al 2030 in forza del Burden Sharing stabilito dall'Europa l'Umbria deve raggiungere l'obiettivo di un consumo di energia totale annuo CFL minore di 1,85 Mtep al 2030 con una riduzione dei consumi di 300 Ktep. Al 2040 si può ipotizzare/stimare una ulteriore riduzione dei consumi energetici regionali per circa 350 Ktep al fine di raggiungere l'obiettivo di 1500 Ktep/anno in CFL.

Si tratta di obiettivi ambiziosi che necessitano di specifici interventi come di seguito accennato.

EDILIZIA. Per raggiungere tali obiettivi di efficienza è necessario:
1) Semplificare e snellire le pratiche burocratiche per la realizzazione di interventi di efficienza energetica negli edifici nei condomini e nei borghi al fine di incrementare la fruizione dei bonus e superbonus 110% e incentivi vari previsti dallo Stato (cappotti termici, pompe di calore con geotermia a bassa entalpia, ecc);
2) Aggiungere altri incentivi regionali cumulabili per la diffusione delle comunità energetiche, l'adozione dei protocolli energetico ambientali level (es. Leed GBC, Well, ecc). A tale proposito la Commissione europea ha lanciato uno strumento fondamentale per il mercato dell'edilizia sostenibile dell'UE: un sistema di indicatori chiave di performance - LEVEL(S) - per misurare e valutare gli edifici sostenibili in tutta Europa.

INDUSTRIA, TERZIARIO E AGRICOLTURA. L'efficienza energetica nel sistema produttivo industriale, terziario e dell'agricoltura richiede l'introduzione di tecnologie e processi innovativi; la Regione Umbria deve favorire la trasformazione assecondando e incentivando le imprese al cambiamento. (si pensi ad esempio alla diffusione degli inverter in tutti i motori elettrici, per le pompe, per gli argani ecc.)

b) Energie rinnovabili in Umbria

Al 2030 in forza del Burden Sharing stabilito dall'Europa, l'Umbria deve raggiungere l'obiettivo di produzione di energia da fonti rinnovabili pari al 40% dei Consumi Finali Lordi pari a circa 750 MTep con un incremento di circa 250 KTep rispetto alla produzione attuale.

al 2040 si deve prevedere una ulteriore rilevante incremento (il raddoppio) di produzione di energia da fonti rinnovabili per circa 750 KTep al fine di raggiungere l'obiettivo dei 1500 KTep/anno in CFL e quindi la completa decarbonizzazione.

In base alle potenzialità di energia rinnovabile sfruttabile occorre sviluppare in modo considerevole la produzione in due settori: da Fotovoltaico e da biomasse (anche con cluster foresta-legno); anche la fonte eolica che ha un buon potenziale sfruttato in maniera marginale va riconsiderata e sviluppata e infine per gli usi termici vanno sfruttate le pompe di Calore con geotermia a bassa entalpia o acqua di falda o

in subordine aria ma limitatamente agli ambiti a bassa densità abitativa per evitare effetti di “Urban Heat Island” nelle città.

I contributi delle varie filiere energetiche vanno contemperate con la tutela dell’ambiente, del territorio, della biodiversità, del paesaggio e la sostenibilità economico-ambientale in generale.

Anche i rifiuti non riciclabili possono dare un contributo energetico (1,5 % circa), sotto forma di CSS, al processo di decarbonizzazione dell’Umbria.

c) Mobilità e Trasporti

Al 2030 deve essere sviluppato il parco delle colonnine di ricarica e deve essere favorito e incentivato l’uso delle auto elettriche o a idrogeno. I punti di ricarica in 4 segmenti di mercato ben distinti tra loro:

- lenta o “Slow”, per ricariche fino a 7,4 kW
- accelerata o “Quick”, per ricariche fino a 22 kW
- veloce o “Fast”, per ricariche fino a 50 kW
- ultra-veloce o “Ultra-fast”, per ricariche oltre i 50 kW

Dalle attuali 400 circa colonnine pubbliche di ricarica nella nostra regione occorre passare a 1000 colonnine installate, mentre le ricariche private dovranno aumentare seguendo l’incremento della vendita delle auto elettriche arrivando a circa 30.000. Idrogeno: dovranno essere installati in Umbria almeno 4 distributori pubblici di idrogeno, e verrà avviata la sperimentazione dell’idrogeno in agricoltura e in altri settori produttivi.

Al 2040 occorre raggiungere almeno 2000 colonnine pubbliche installate; le ricariche private dovranno aumentare seguendo l’incremento della vendita delle auto elettriche arrivando a superare 50.000. Idrogeno: i distributori pubblici di idrogeno installati in Umbria dovranno raggiungere il numero di 20 e verrà completata la trasformazione con alimentazione ad IDROGENO dei cicli produttivi del Cemento, della Ceramica e dell’Acciaio.



Conclusioni

La decarbonizzazione dell'Umbria è una realtà ineluttabile che dovrà avvenire come per tutte le altre regioni d'Italia (secondo il principio del Burden Sharing ovvero ribaltamento) entro il 2050, una conseguenza delle scelte dell'Unione Europea e del protocollo di Parigi del 2015 che ha indicato l'obiettivo di incremento massimo della temperatura media del pianeta non oltre 1,5 C entro il 2050. I cambiamenti climatici e l'inquinamento sono co-responsabili di eventi estremi come siccità, bombe d'acqua e uragani; secondo alcuni la diffusione stessa della recente pandemia COVID-19 potrebbe essere correlata o fattore di concausa di tali fenomeni climatici.

Con il piano Next generation EU (750 milioni di euro), per uscire dalla crisi pandemica e gettare le basi per una ripresa sostenibile, uniforme, inclusiva ed equa sostenibile, l'UE ha stanziato ingenti finanziamenti per la rivoluzione verde e la transizione ecologica. Per cogliere a pieno tutte le opportunità di sviluppo, innovazione e conseguente occupazione qualificata e che una tale rivoluzione epocale comporta, l'Umbria ha tutte le potenzialità per divenire la prima regione decarbonizzata d'Italia.

Per raggiungere tale obiettivo è necessario un enorme sforzo per incrementare l'efficienza energetica che dovrà consentire una riduzione dei consumi energetici della Regione per circa 650 Ktep.

Sulla base delle potenzialità e dei consumi previsti al 2040 l'Umbria può aspirare ad essere la prima regione d'Italia completamente decarbonizzata cioè priva di emissioni di CO2 da combustibili fossili.

Per centrare tale obiettivo è necessario programmare e implementare almeno tre linee di intervento:

- a) Implementare un grande piano di efficientamento energetico che sia pervasivo in tutti i settori a cominciare dall'edilizia e dai processi produttivi e che permetta, entro il 2040, una riduzione di almeno 650 Ktep di consumi di energia della nostra Regione. In tal modo i consumi energetici regionali potranno scendere a circa 1500 Ktep.

- b) Realizzare almeno 3 grandi biodistretti (3+2 eventuali - vedi Allegato A) per la coltivazione e valorizzazione dei boschi con rispettivi Cluster foresta-Legno-energia e idrogeno verde, nelle macro-aree :
 1. Eugubino - Gualdese - Tifernate
 2. Trasimeno - Orvietano - Pievese
 3. Ternano - Amerino - Narnese - Spolefino - Nursino

che permettano la coltivazione e la manutenzione dei boschi per areali di circa 150.000 ettari di bosco per ciascun biodistretto valorizzandone tutte le potenzialità: turistiche-enogastronomiche, ecosistemiche, energetiche. Dal punto di vista della produzione energetica e di Idrogeno ciascun Biodistretto di Macroarea potrà essere in grado di produrre circa 850.000 ton di legna/anno. Dal 30% della legna estratta (pari al 250.000 ton, eventualmente integrata con CSS se disponibile) è possibile produrre con la tecnologia della gassificazione diretta con vapore "Steem Gassification" circa 17.000 tonnellate di Idrogeno verde (con esclusione della frazione prodotta da CSS). Tali quantità totale di idrogeno prodotto annualmente dai 3 biodistretti sarà circa 60.000 tonnellate / anno. Tali quantitativi sono sufficienti per decarbonizzare con i 3/4 sia il polo del Cemento a Gubbio sia il polo dell'Acciaio a Terni e un surplus di circa 1/4 potrà essere utilizzato nei trasporti pesanti, i trasporti pubblici e privati a medio lungo raggio.

c) Realizzare 5 macrodistretti fotovoltaici (di almeno 400 ha/cad) con un'area di raccolta da impianti PV nel raggio di circa 50 km ciascuno, con una potenza totale di 500 MWe picco (per un totale di 2,5 GWe picco) e con accumulo per la stabilizzazione della rete elettrica e per la produzione di Idrogeno verde, ciascuno macrodistretto dovrà essere dotato di almeno 2 elettrolizzatori da 30 MW/cad (5000 - 6000 ore di funzionamento anno), nelle aree:

1. Eugubino - Gualdese - Tifernate
2. Gualdo Cattaneo - Folignate - media valle del Tevere
3. Trasimeno - Orvietano - Pievese
4. Ternano - Amerino-Narnese-Spoletino
5. Norcia - valle del Nera

che permettano, utilizzando le infrastrutture e le reti elettriche ad alta e media tensione, di raccogliere l'energia elettrica prodotta dagli impianti fotovoltaici nel raggio di circa 50 km, accumularla per fornire a Terna il servizio di stabilizzazione della rete e produrre Idrogeno verde con elettrolizzatori dai surplus di energia e dai picchi. In questa valutazione non sono considerati gli impianti di Agrivoltaico ma solo coperture di tetti e aree industriali o simili.

Ciascun macro-distretto dovrà essere dotato di almeno 2 elettrolizzatori da 30 MW (5000 - 6000 ore di funzionamento anno), che permetteranno la produzione di circa 6.000 ton/anno di Idrogeno verde, per un totale di 30.000 ton/anno.

Gli interventi b) e c) sono realizzabili entro il 2040 e consentiranno una disponibilità di idrogeno verde a basso costo (3 euro/Kg) per un totale di 90.000 ton/anno pari a circa 270 Ktep/anno. Di questi circa il 50% è destinato ai settori industriali e in particolare quelli energivori e il restante 50% ai veicoli pesanti e al trasporto e all'agricoltura.

TRASPORTI. In questo settore per coprire con auto elettriche il 70% dei consumi dei veicoli di trasporto superficiale è necessario installare almeno 2.000 colonnine di ricarica elettrica pubbliche ad alta potenza (maggiore o uguale a 100 KW) oltre alle 50.000 installazioni domestiche di ricarica a medio-bassa potenza, (si pensi che attualmente sono poche centinaia le centraline pubbliche presenti in Umbria).

A fronte degli attuali 500Ktep di carburandi (benziana, Gasolio e altri) distribuiti in Umbria si prevede che il 70% (pari a 350Ktep che diventano solo 120 Ktep grazie alla maggiore efficienza dei veicoli elettrici rispetto ai motori a combustione interna), sia coperto da veicoli elettrici mentre il 30% da veicoli pesanti e autobus per il trasporto pubblico e autovetture a idrogeno (per un equivalente consumo di 150Ktep che diventano solo 80 Ktep grazie alla maggiore efficienza dei veicoli a Idrogeno).

Gli interventi sopra elencati richiedono un cronoprogramma e una dettagliata analisi degli investimenti pubblico privati che necessariamente dovranno essere accompagnati da provvedimenti regionali di programmazione e implementazione, di norme e provvedimenti e linee guida.

ALLEGATO A

Il valore dei boschi e delle foreste per l'occupazione giovanile, il territorio e la transizione ecologica

Il settore forestale svolge un ruolo chiave nel successo della bioeconomia poiché le foreste forniscono la maggior parte delle nostre risorse rinnovabili e offrono una grande opportunità per lo sviluppo di servizi ecosistemici, dei bioprodotto e per ridurre la dipendenza dai combustibili fossili e dai materiali plastici. La bioeconomia è una grande opportunità di investimento e di creazione di nuovi lavori per una economia verde, e l'Europa ci offre l'opportunità di svilupparla attraverso il NextGenerationUE e gli investimenti per applicare soluzioni basate sulla natura (Nature Based Solution - NBS).

1. **SERVIZI AMBIENTALI ED ECOSISTEMICI**
(assorbimento di CO₂, ecosistema e biodiversità, santuari della biodiversità e boschi vetusti, le foreste urbane per la mitigazione dell'Urban Heat Island e la depurazione dell'aria)
2. **TURISMO E DIDATTICA NEI BOSCHI, SENTIERISTICA**
(percorsi naturalistico-didattici (es. Lago di Pilato), sentieri e segnaletica, rifugi e ristorazione)
3. **FRUTTI DEL BOSCO E DEL SOTTOBOSCO**
(tartufi, frutti di bosco (more, lamponi mirtillo, corbezzoli, ecc.), funghi, castagne, asparagi, selvaggina, ecc.)
4. **ALTRI PRODOTTI NATURALI E MOLECOLE**
(coloranti naturali, principi attivi)
5. **SILVICOLTURA E FILIERA DEL LEGNO, L'ENERGIA E L'IDROGENO**
(certificazione della sostenibilità della filiera del legno (es. PEFC) e sostenibilità senza intaccare il capitale boschivo ma prelevando solo quota degli interessi forestali maturati: in Europa si attiva al 50%, in Italia siamo fermi al 20%)

6. FORMAZIONE PER GLI OPERATORI DEL BOSCO NEI VARI SETTORI
(operatori della silvicoltura e della filiera del legno, del turismo e didattica naturalistica, dell'energia e dell'idrogeno dalle biomasse lignocellulosiche)

Schema di Bio-distretto



LA RICERCA
PER L'EFFICIENZA
ENERGETICA

DECARBONIZZAZIONE E TRANSIZIONE ECOLOGICA

DALLA NORMATIVA UE ALLA STRATEGIA DELLA REGIONE UMBRIA

Elisa Belloni

Ricercatrice di sistemi elettrici presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia

Luca Brunelli

Dottorando presso il Corso di Dottorato in Energia e Sviluppo Sostenibile XXXVIII ciclo

Introduzione

In occasione della COP 21 che si svolse a Parigi nel 2015 (Conferenza delle parti della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC)), fu adottato l'Accordo di Parigi^[1], che costituisce ad oggi il primo accordo giuridicamente rilevante avente come oggetto la lotta ai cambiamenti climatici, attraverso il quale i paesi firmatari definirono le norme per un patto climatico globale, volto a limitare il riscaldamento globale e le emissioni climalteranti.

Nel Novembre del 2016 la Commissione Europea ha presentato un insieme di riforme volte a confermare l'impegno degli Stati membri ai fini della riduzione delle emissioni di gas climalteranti, del raggiungimento di obiettivi di efficienza energetica e della transizione energetica globale. Tali proposte di riforme sono state pubblicate nella Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea^[2] nel giugno del 2019 e adottate nel cosiddetto Clean Energy for All European Package^[3], conosciuto anche come Winter Package o Clean Energy Package.

Oltre a confermare obiettivi già fissati, tra cui la riduzione delle emissioni climalteranti del 40% entro il 2030 e rendere la transizione energetica uno strumento di sviluppo economico e di crescita per i cittadini europei, il pacchetto conferisce alla figura del consumatore un ruolo centrale nel mercato energetico e nei processi di transizione energetica, rendendolo consapevole e responsabile delle azioni da intraprendere.

In questo modo la Commissione punta a rendere protagonisti tutti quei soggetti hanno sempre svolto un ruolo passivo all'interno delle politiche di pianificazione e programmazione energetica, permettendo a questi ultimi di contribuire ai processi di transizione energetica, aumentando così le possibilità di raggiungere gli obiettivi per il 2030 e il 2050 già fissati con gli accordi di Parigi. È previsto, inoltre, che ciascuno degli Stati membri fissi determinati obiettivi nazionali al 2030, attraverso l'adozione dei cosiddetti Piani Nazionali Integrati per l'Energia e il Clima (PNIEC)^[4].

Nel luglio del 2020 il Consiglio Europeo ha approvato il Next Generation EU^[5], noto in Italia come Recovery Fund o Recovery Plan, un fondo istituito al fine di sostenere gli Stati Membri colpiti dalla Pandemia da COVID-19.

In conformità con l'Accordo di Parigi sul Clima, il 30% del fondo è destinato al cosiddetto Green New Deal^[6], un pacchetto di iniziative strategiche che mira ad avviare l'UE sulla strada di una transizione verde, con l'obiettivo ultimo di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050. Con la sua adozione, l'UE e i suoi Stati si sono impegnati a ridurre le emissioni nette di gas a effetto serra nell'UE di almeno il 55% entro il 2030, rispetto ai livelli del 1990. Si tratta di un obiettivo giuridicamente vincolante, basato su una valutazione d'impatto effettuata dalla Commissione (Fit for 55).

Attraverso il Next Generation EU, l'Unione Europea si impegna a supportare gli Stati Membri nel processo di transizione energetica, nella tutela dell'ambiente e nella creazione di un'economia sostenibile e circolare.

Il fondo ha un valore di 750 miliardi di euro e copre il biennio 2021-2023 e sarà accompagnato dal bilancio 2021-2027 dell'Unione Europea.

Ogni stato interessato all'utilizzo di tali fondi ha dovuto presentare entro il 30 aprile 2021 un piano per definire un pacchetto coerente di riforme e investimenti per il periodo 2021-2026.

In questo contesto anche il governo Italiano ha adottato uno strumento per

gestire i fondi, denominato Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) le cui finalità e caratteristiche saranno descritte in seguito.

Nel presente capitolo si vuole presentare una panoramica di quelle che sono le principali Normative a livello Nazionale finalizzate al raggiungimento degli obiettivi specifici della transizione energetica.

Si entrerà, poi, nel dettaglio delle normative e misure adottate a livello regionale nel territorio umbro.

Le azioni da intraprendere a livello locale tengono conto della peculiarità e potenzialità del territorio per rendere più facile e veloce il processo della decarbonizzazione.

L'Italia fra PNIEC e PNRR

Anche l'Italia ha adottato nel 2020 un proprio Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima, tramite il quale si pone l'obiettivo strumento che si struttura in cinque linee di intervento:

1. decarbonizzazione;
2. efficienza energetica;
3. sicurezza energetica;
4. sviluppo del mercato interno dell'energia;
5. ricerca, innovazione e competitività.

A tale strumento si aggiunge il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, approvato dal Governo per rilanciarne l'economia dopo la pandemia di COVID-19 al fine di permettere lo sviluppo verde e digitale del Paese.

Sempre nell'ambito delle energie rinnovabili, nel Novembre 2021 è stato approvato il D.lgs. 199 del 30.11.2021, recepimento definitivo della direttiva europea RED II, che amplia il concetto di CER Comunità Energetiche Rinnovabili (CER), già introdotte attraverso l'articolo 42 Bis del Decreto Milleproroghe come soggetti giuridici, controllato da azionisti o membri la cui partecipazione è aperta e volontaria, il cui scopo è produrre, consumare e accumulare energia rinnovabile. Con il nuovo decreto esse potranno avere impianti di energie elettrica da fonti rinnovabili fino a 1000 kW (anziché 200kW come nella disciplina precedente) e il limite della loro estensione territoriale considerevolmente ampliato, divenendo quello della cabina elettrica Primaria della rete in media tensione (in precedenza il limite territoriale era limitato alla cabina elettrica Secondaria medio - bassa tensione). Dal 22.3.2022 è entrato in vigore il Decreto Ucraina (Decreto Legge

21/03/2022 n. 21), che prevede che le aree idonee alla realizzazione di impianti fotovoltaici vengano estese: dai 300 ai 500 metri quelle agricole che si trovano intorno a stabilimenti industriali, cave e miniere, e dai 150 ai 300 metri quelle collocate nelle fasce adiacenti alle autostrade.

Il Decreto-Legge 17 maggio 2022, n. 50 (Misure urgenti in materia di politiche energetiche nazionali, produttività delle imprese e attrazione degli investimenti, nonché in materia di politiche sociali e di crisi ucraina), in vigore dal 18/05/2022, prevede di semplificare ulteriormente i procedimenti autorizzativi per la realizzazione di nuovi impianti e potenziare la produzione energetica nazionale.

Il 18 Maggio 2022 la Commissione Europea vara il nuovo pacchetto REPOWER EU che con un budget di 300 miliardi di euro (70 a fondo perduto il resto a tasso agevolato) che ha come obiettivo l'abbandono delle fonti fossili importate dalla Russia entro 5 anni. L'obiettivo al 2030 delle energie rinnovabili viene ulteriormente incrementato passando dal 40% al 45%. Il provvedimento prevede che nel 2030 la produzione di idrogeno verde (da fonte rinnovabile) dovrà raggiungere 10 milioni di tonnellate/anno all'interno dell'UE e altri 10 milioni di tonnellate/anno dovranno essere importate extra UE.

I provvedimenti normativi europei e nazionali hanno un rilevante impatto sulle esigenze di sviluppo delle energie rinnovabili in Italia, tutte le energie rinnovabili dovranno avere un impulso significativo.

Entro il 2030 si prevede l'installazione di nuovi impianti da fonti rinnovabili per una potenza elettrica di oltre 60 GW. In particolare, entro il 2030 l'Italia dovrà produrre circa 1 milione di tonnellate di idrogeno verde e importarne altrettanto, entro il 2050 il consumo di idrogeno in Italia dovrà arrivare a oltre 6 milioni di tonnellate/anno.

PNIEC

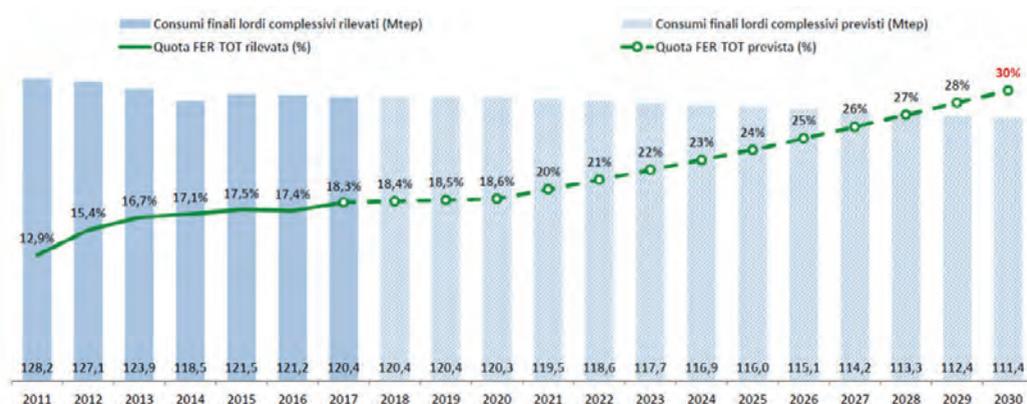
Pubblicato il 21 gennaio 2020, il Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima^[7] nasce dall’attività coordinata e integrata di tre ministeri italiani: Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero dell’Ambiente e Ministero dei Trasporti.

Il presente piano intende concorrere ad un’ampia trasformazione dell’economia, nella quale la decarbonizzazione, l’economia circolare, l’efficienza e l’uso razionale ed equo delle risorse naturali rappresentino insieme obiettivi e strumenti per un’economia più rispettosa delle persone e dell’ambiente, in un quadro di integrazione dei mercati energetici nazionale nel mercato unico e con attenzione particolare all’accessibilità dei prezzi e alla sicurezza degli approvvigionamenti e delle forniture.

In termini di decarbonizzazione, l’Italia dovrà ridurre le emissioni di gas serra nei settori non facenti parte degli Enti del Terzo Settore (ETS) del 33% rispetto ai valori 2005. Per il comparto ETS non è previsto un obiettivo nazionale, ma un’omogenea riduzione del 43% a livello Europeo.

Il piano prevede il raggiungimento di una quota di energia da fonti rinnovabile pari al 30% al 2030 (Fig. 1).

Fig. 1 - Obiettivo consumi da FER^[8]



Più ambizioso è il raggiungimento al 2030 della quota da fonti rinnovabili nei consumi elettrici, pari al 55%, una sfida che tiene conto del progressivo aumento dei consumi elettrici dovuti all’elettrificazione.

La riduzione del consumo di combustibili fossili influenza anche il settore termico, con un incremento nell'impiego di fonti energetiche alternative quali biomasse e solare termico, e quello dei trasporti, con l'introduzione sempre maggiore di biocarburanti e veicoli elettrici.

In termini di efficienza energetica, il piano si pone come obiettivo la riduzione dei consumi di energia primaria del 43% rispetto allo scenario di riferimento Primes (Primary Energy Consumption Baseline) del 2007, modello di consumo di energia primaria adottato dall'UE^[9].

A tali obiettivi si aggiungono quelli riguardanti la sicurezza energetica, che prevedono:

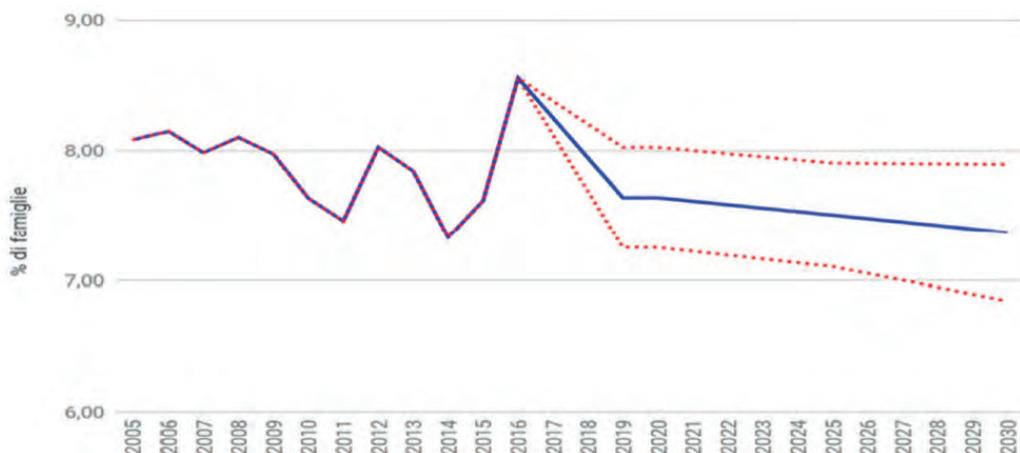
- l'incremento della diversificazione delle fonti di energia dei relativi approvvigionamenti da paesi terzi, nell'ottica di ridurre la dipendenza dalle importazioni di energia;
- l'aumento della flessibilità del sistema energetico nazionale;
- limitazioni o interruzioni di approvvigionamento di una fonte di energia, nell'ottica di accrescere la resilienza dei sistemi energetici regionali e nazionali, compreso un calendario delle scadenze per il raggiungimento degli obiettivi.

Per quanto riguarda lo sviluppo del mercato interno dell'energia, sono presenti diverse misure di integrazione. Nel caso del settore elettrico, con l'intento di promuovere il ruolo attivo della domanda, un'integrazione delle fonti rinnovabili e la consapevolezza del consumatore, vengono promossi sistemi di autoconsumo, oltre allo sviluppo di nuovi sistemi di accumulo e di monitoraggio dei flussi e dei carichi, in particolare i cosiddetti Smart Meters (SM).

Nel caso del mercato del gas, l'obiettivo è quello di completare la liberalizzazione dei mercati al dettaglio, realizzare una stabilizzazione fiscale per il GNL (Gas Naturale Liquefatto) nei trasporti, aumentare la liquidità e ridurre lo spread di prezzo con gli altri mercati europei.

Un altro obiettivo è quello di ridurre la povertà energetica rispetto al dato rilevato nel 2016, quando si stimava fosse interessato circa l'8,6% della popolazione. Al 2030, l'estensione e il rafforzamento delle attuali politiche di contrasto dovrebbero ridurre l'incidenza della PE tra il 7% e l'8% delle famiglie totali, circa 1 punto percentuale al di sotto del dato 2016 (230.000 famiglie in meno) (Fig. 2).

Fig. 2 - Scenario povertà energetica al 2030: riduzione della povertà energetica tra il 7 e l'8 %^[8]



Infine, a partire dal 2021, attraverso il PNIEC l'Italia si è impegnata a raddoppiare i fondi per la ricerca e lo sviluppo dell'energia rinnovabile, con l'obiettivo di implementare tecnologie di prodotto e di processo per la transizione energetica e di favorire il contesto in cui inserire tali innovazioni, introducendo sistemi e modelli organizzativi e gestionali che supportino le imprese.

PNRR

La transizione verde nel nostro paese è stata oggetto anche del processo che ha portato all'approvazione del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)^[10].

Presentato alla Commissione Europea il 30 aprile 2021, il PNRR rende l'Italia prima beneficiaria in valore assoluto del Recovery Fund, potendo usufruire di risorse stanziare pari a 191,5 miliardi di € [11]. La dotazione complessiva del PNRR è di 235,14 miliardi di €, perché ai 191,50 si aggiungono 30,64 miliardi di € di risorse nazionali e 13 miliardi di € del Programma ReactEU [12], il pacchetto di assistenza alla ripresa per la coesione e i territori d'Europa.

Il Piano di Ripresa e Resilienza si articola in sei missioni, che corrispondono alle sei grandi aree di intervento previste dal Next Generation EU:

- M1-Digitalizzazione, innovazione, competitività, cultura e turismo;
- M2-Rivoluzione verde e transizione ecologica;
- M3-Infrastruttura per una mobilità sostenibile;

- M4-Istruzione e Ricerca;
- M5-Inclusione e Coesione;
- M6-Salute.

In Figura 3 viene indicata la suddivisione delle risorse del Piano nelle sei missioni:

Fig. 3 - Suddivisione delle risorse del PNRR nelle sei missioni⁽¹⁾



Inoltre, lo sforzo di rilancio dell'Italia delineato dal Piano si sviluppa intorno a tre assi strategici condivisi a livello europeo:

- Transizione digitale e Innovazione;
- Transizione Ecologica;
- Inclusione Sociale e Riequilibrio territoriale.

Anche per queste strategie è prevista una suddivisione percentuale dei fondi, rispettivamente del 20%, 40% e 40%.

La Missione 2 - *Rivoluzione verde e transizione ecologica* ha la finalità di realizzare la transizione verde ed ecologica dell'economia italiana, coerentemente con il *Green Deal* europeo.

Prevede interventi per l'agricoltura sostenibile e l'economia circolare, programmi di investimento e ricerca per le fonti di energia rinnovabili, lo sviluppo della filiera dell'idrogeno e la mobilità sostenibile. Inoltre, prevede azioni volte al risparmio dei consumi di energia tramite l'efficientamento del patrimonio immobiliare pubblico e privato, nonché iniziative per il contrasto al dissesto

idrogeologico, la riforestazione, l'utilizzo efficiente dell'acqua e il miglioramento della qualità delle acque interne e marine.

La Missione 2, con una dotazione di 59,33 miliardi di €, si articola in quattro Componenti:

- C1-economia circolare e agricoltura sostenibile;
- C2-energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile;
- C3-efficienza energetica e riqualificazione degli edifici;
- C4-tutela del territorio e della risorsa idrica.

La Componente 1 si prefigge di perseguire un duplice percorso verso una piena sostenibilità ambientale: da un lato, migliorare la gestione dei rifiuti e dell'economia circolare, rafforzando le infrastrutture per la raccolta differenziata, ammodernando o sviluppando nuovi impianti di trattamento rifiuti per poter colmare il divario tra regioni del Nord e quelle del Centro-Sud (oggi circa 1,3 milioni di tonnellate di rifiuti vengono trattate fuori dalle regioni di origine), dall'altro, sviluppare una filiera agricola/ alimentare smart e sostenibile, riducendo l'impatto ambientale in una delle eccellenze italiane, tramite *supply chain* "verdi".

Per raggiungere la progressiva decarbonizzazione di tutti i settori, nella Componente 2 sono stati previsti interventi, investimenti e riforme, per incrementare fortemente la penetrazione delle energie rinnovabili, tramite soluzioni decentralizzate e utility scale, incluse quelle innovative ed offshore.

Sempre nella Componente 2, particolare rilievo è dato alle filiere produttive: l'obiettivo è quello di sviluppare una leadership internazionale industriale e di conoscenza nelle principali filiere della transizione, promuovendo lo sviluppo in Italia di *supply chain* competitive nei settori a maggior crescita, che consentano di ridurre la dipendenza dalle importazioni e rafforzando la ricerca nelle aree più innovative (fotovoltaico, idrolizzatori, batterie per il settore dei trasporti e per il settore elettrico, mezzi di trasporto, ecc...)

Attraverso la Componente 3 si vuole rafforzare l'efficientamento energetico incrementando il livello di efficienza degli edifici, una delle leve più virtuose per la riduzione delle emissioni in un Paese come il nostro, che soffre di un parco edifici con oltre il 60% di età superiore a 45 anni, sia nel settore pubblico, che privato.

Infine, merita un capitolo a parte la sicurezza del territorio, intesa come

la mitigazione dei rischi idrogeologici (con interventi di prevenzione e di ripristino), la salvaguardia delle aree verdi e della biodiversità (es. con interventi di forestazione urbana, digitalizzazione dei parchi, rinaturazione del Po), l'eliminazione dell'inquinamento delle acque e del terreno e la disponibilità di risorse idriche (es. infrastrutture idriche primarie, agrosistema irriguo, fognature e depurazione), aspetti fondamentali per assicurare la salute dei cittadini e, sotto il profilo economico, per attrarre investimenti.

Sulla base di queste premesse la Componente 4 pone in campo azioni per rendere il Paese più resiliente agli inevitabili cambiamenti climatici, proteggere la natura e la biodiversità e garantire la sicurezza e l'efficienza del sistema idrico.

L'Umbria decarbonizzata: dalla SEAR al PNRR

La decarbonizzazione dell'economia Europea è un processo irreversibile che dovrà essere completato entro il 2050. L'Umbria "Cuore verde d'Europa" può essere una regione virtuosa che, approfittando di questa onda di cambiamento, è in grado di porsi degli obiettivi ambiziosi, anticipando il processo di decarbonizzazione dell'economia grazie al proprio elevato potenziale di risorse energetiche rinnovabili e alla relativamente bassa densità di popolazione. Tale obiettivo implica importanti miglioramenti nel sistema della gestione del territorio, innovazioni nel sistema dei trasporti e dei servizi, ma soprattutto un radicale cambiamento nell'ambito del settore produttivo con l'implementazione di nuove tecnologie e la sostituzione dei combustibili fossili con le energie rinnovabili.

L'Umbria ha un potenziale energetico sfruttabile annuo da fonti rinnovabili ragguardevole^[13]:

- Eolico: 100 kTep (sfruttato oggi solo 1%)
- Idroelettrico: 280 Ktep (sfruttato oggi al 90%)
- Fotovoltaico: 1000 Ktep (sfruttato oggi al 7%)
- Biomasse (incluso biogas): 450 Ktep (sfruttato oggi al 18%)
- Geotermia ad alta entalpia: 450 Ktep (sfruttato oggi al 18%)
- Geotermia a bassa entalpia

Per Usi termici:

- Riscaldamento, aria e acqua di falda per Pompe di Calore:
- 400 Ktep (sfruttata al 5%)
- Rifiuti (150 kton/y indiff=50Kton CSS): 22 Ktep (non sfruttata)

Attualmente l'Umbria consuma 2.150 Ktep di CFL Consumi Finali Lordi (come energia primaria circa 2.500 Ktep) di cui: 500 Ktep di energia elettrica e 1650 Ktep per usi termici. Gli interventi e gli incentivi nazionali quali lo sviluppo di Comunità Energetiche Rinnovabili (CER), Bonus e Superbonus 110% per l'efficientamento energetico degli edifici e delle comunità hanno consentito e consentiranno in futuro una significativa riduzione dei consumi entro il 2030. Anche in campo industriale l'incentivazione ad un uso razionale ed efficiente dell'energia quale ad esempio l'uso degli inverter per alimentare pompe e motori elettrici e di altre tecnologie stanno dando un significativo contributo alla riduzione dei consumi.

Al 2030 in forza del *Burden Sharing* stabilito dall'Europa, l'Umbria dovrà raggiungere l'obiettivo di produzione di energia da fonti rinnovabili pari al 40% dei CFL pari a circa 750 Mtep con un incremento di circa 250 Ktep rispetto alla produzione attuale.

Al 2040 si deve prevedere un ulteriore rilevante incremento (il raddoppio) di produzione di energia da fonti rinnovabili per circa 750 Ktep al fine di raggiungere l'obiettivo dei 1500 Ktep/anno in Consumi finali lordi e quindi la completa decarbonizzazione. In Umbria c'è una importante presenza di poli industriali *Hard to Abate* (come il polo del cemento a Gubbio, il polo dell'Acciaio a Terni, vetriere nel territorio di Piegara e settore della ceramica di Gualdo e Deruta) che potrebbero investire nell'ottica della decarbonizzazione della regione e trarre enormi benefici dalle diverse iniziative da intraprendere. È un territorio per metà coperto da boschi e composto da città medio piccole, borghi che costituiscono aggregati urbani a bassa densità distribuiti nel territorio regionale: questi creano una forte domanda di trasporti sostenibili e innovativi sia per la mobilità interna che per il turismo.

In base a tutte queste potenzialità, tra le energie rinnovabili sfruttabili nel territorio occorre agire in modo mirato in particolare su due settori: il fotovoltaico e le biomasse (anche con cluster foresta-legno). Anche la fonte eolica che ha un buon potenziale, ad oggi sfruttato in modo marginale, andrebbe riconsiderata; per gli usi termici vanno sfruttate le pompe di Calore con geotermia a bassa entalpia o acqua di falda o in subordine aria ma limitatamente agli ambiti territoriali caratterizzati da bassa densità abitativa per evitare effetti di *Urban Heat Island* nelle città. Anche i rifiuti non riciclabili possono dare un contributo energetico (1,5% circa) al processo di decarbonizzazione dell'Umbria sotto forma di combustibili

solidi urbani. Sempre nell'ottica del Burden Sharing, l'Umbria rappresenta circa il 2% del territorio nazionale e come tale dovrà riuscire a produrre, nello specifico, circa 15.000 - 20.000 ton di H2 verde al 2030. Per questo obiettivo l'Umbria si sta dotando di una propria strategia regionale sull'idrogeno come verrà descritto più dettagliatamente nel seguito. I contributi delle varie filiere energetiche vanno contemperate con la tutela dell'ambiente, del territorio, della biodiversità, del paesaggio e la sostenibilità economico-ambientale in generale.

PER e SEAR

Il 21 luglio 2004 la Giunta Regionale dell'Umbria ha approvato il Piano Energetico Regionale^[14], che è stato lo strumento di indirizzo e programmazione degli interventi in campo energetico e ambientale.

Il Piano teneva conto degli impegni assunti in sede internazionale (Protocollo di Kyoto e le decisioni dei summit di Marrakech e di Johannesburg) per la riduzione fenomeni di inquinamento ambientale e di riduzione dei gas serra. Inoltre, tra gli obiettivi, presentava una liberalizzazione del mercato dell'elettricità e del gas con il superamento di una configurazione monopolistica e il tentativo di definire le basi fondamentali per il quadro di riferimento regionale del settore energetico.

In seguito, è stata approvata nel 2011 la Strategia Regionale per lo sviluppo dell'energia da fonti rinnovabili^[15]. Questa rappresenta il primo segmento di una nuova politica energetica regionale, limitata alle azioni da introdurre nel triennio 2011-2013 per conseguire un significativo incremento della produzione di energia da fonti rinnovabili. Nella strategia, a valle di una analisi che ha portato ad una migliore conoscenza della situazione e delle tendenze evolutive regionali, venivano delineati gli indirizzi di sviluppo, lo scenario attuale e l'insieme degli strumenti operativi a disposizione e delle procedure amministrative.

Nel 2014 la Regione ha definito ad un nuovo documento programmatico quale strumento da seguire per lo sviluppo del territorio regionale, sostenendo e promuovendo la filiera energetica e la Strategia Energetico Ambientale Regionale^[16]. Tale documento è alla base della sua strategia energetica che si fonda sul programma assegnatole all'interno del decreto ministeriale 15 marzo 2012 c.d. *Burden Sharing*^[17]. L'obiettivo per l'Umbria è quello di raggiungere un valore percentuale del 13.7% come rapporto tra consumo di fonti energetiche rinnovabili e consumi finali lordi di energia sul territorio regionale al 2020. Tre

sono le linee di intervento sulla base degli obiettivi da raggiungere:

- incrementare la produzione di energia da fonti energetiche rinnovabili e diminuire il consumo finale;
- sviluppare la filiera industriale dell'energia, volto a favorire la crescita economica sostenibile dell'intera regione;
- migliorare la governance del sistema.

La Strategia era stata programmata per il periodo 2014-2020.

PNRR e Missioni per l'Umbria

In seguito, anche l'Umbria come il resto d'Italia ha beneficiato in seguito alla Pandemia da Covid-19 dei fondi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza[18]. In particolare, all'Umbria sono stati destinati 802,5 M€, circa l'1,6% dei 49 miliardi allocate dall'Italia a livello territoriale^[19].

Di seguito viene mostrata la suddivisione di tali risorse a livello regionale nelle diverse missioni:

Fig. 4 - Suddivisione delle risorse del PNRR nelle sei missioni^[19]

M1	DIGITALIZZAZIONE, INNOVAZIONE, COMPETITIVITÀ E CULTURA	7,4
M2	RIVOLUZIONE VERDE E TRANSIZIONE ECOLOGICA	312,5
M3	INFRASTRUTTURE PER UNA MOBILITÀ SOSTENIBILE	165,0
M4	ISTRUZIONE E RICERCA	38,3
M5	INCLUSIONE E COESIONE	173,3
M6	SALUTE	106,0

Degli oltre 800 M€ destinati all'Umbria è possibile vedere come oltre quasi il 40% siano stati destinati alla Missione 2. Per quanto riguarda la sostenibilità ambientale, l'Umbria "verde" può dunque ritagliarsi grandi occasioni di sviluppo, a partire dagli investimenti nei settori produttivi, industria e agricoltura in primis, passando all'attuazione di piani energetici a basso impatto ambientale, investendo su attività di prevenzione e di eco-design, incentivando il riuso dei materiali provenienti dal riciclo e l'impiego e diffusione delle fonti rinnovabili in tutto il territorio come generazione distribuita. La promozione e la diffusione di modelli di produzione e consumo basati sull'economia circolare, che richiede un rafforzamento delle attività di ricerca e innovazione, può offrire anche nuove opportunità occupazionali.

Per citare alcuni dei progetti in essere, si pone l'attenzione su PRIMA - Polo Regionale dell'Idrogeno e della Mobilità Alternativa, un progetto che coinvolge la prima e la seconda componente (C1 e C2) e che prevede la creazione in Umbria di un Polo Regionale dell'Idrogeno e della Mobilità Alternativa, contribuendo alla diffusione dell'idrogeno verde con una serie di impianti prototipali, di laboratori dedicati esclusivamente alla ricerca, attraverso un piano di riconversione del sito della Ex centrale ENEL di Gualdo Cattaneo.

Questo potrebbe rappresentare un importante modello da replicare nelle altre regioni d'Italia. Il Polo, infatti, è allineato con la strategia europea e nazionale per la decarbonizzazione del nostro sistema energetico e risponde alla necessità di offrire alternative per le aree precedentemente occupate dalle centrali a carbone in fase di dismissione.

Nell'ambito dell'idrogeno la regione Umbria è stata selezionata tra 5 regioni italiane (insieme a Puglia, Basilicata, Piemonte e Friuli Venezia Giulia) che potranno presentare un progetto bandiera per l'Idrogeno, finanziato attraverso la missione M2 componente C2, investimento 3.1. Tra le finalità del progetto ci sarà quello di sostenere la produzione e l'uso locale di idrogeno verde nell'industria (riqualificazione aree industriali dismesse ad unità sperimentali per la produzione di H₂), nelle PMI e nel trasporto locale. Il progetto bandiera si integrerà in modo sinergico con le attività poste in essere dalla regione quali lo sviluppo delle Hydrogen Valleys (distretti dell'idrogeno).

Nell'area di Pietrafitta/Piegaro è stato finanziato il progetto HEHS - High Efficiency Hydrogen Storage per la ricerca e sviluppo dell'idrogeno nell'ambito del PNRR - M2C2 Linea di investimento 3.5 (i cui partner sono aizoOn Consulting S.r.l., Nippon Gases Industrial S.r.l. e il CIRIAF (Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento e sull'Ambiente 'Mauro Felli'). HEHS intende sviluppare e sperimentare tecnologie innovative per l'accumulo dell'idrogeno mediante la tecnologia innovativa dei clatrati idrati e identificare specifiche soluzioni tecnologiche per il trasporto e la distribuzione, con particolare attenzione alla sicurezza del processo e alla sostenibilità ambientale ed economica dello stesso.

Per quanto concerne la mobilità alternativa, questa sarà costituita da autobus elettrici e autoveicoli a idrogeno in dotazione al polo e messi anche al servizio delle esigenze della comunità locale e regionale secondo specifici accordi. Un interessante progetto finanziato da fondi LIFE UE denominato LIFE3H è collegato a questa iniziativa nel territorio di Terni: si tratta del reimpiego di idrogeno prodotto dalle aziende locali per alimentare autobus ad H₂. Il progetto mira a sviluppare nuove soluzioni di trasporto per migliorare la qualità dell'aria riducendo le emissioni, facilitando la mobilità, la crescita economica e la sostenibilità ambientale nelle aree urbane e verdi locali.

La Componente 2 di mobilità sostenibile è anche oggetto del Progetto Pilota Assisi: "Primo Centro Storico libero da auto", che prevede la completa liberazione del comune umbro da veicoli, sostituiti da servizi di mobilità elettrica per i cittadini e i turisti.

Inoltre, è prevista la realizzazione sia nella provincia di Perugia che in quella di Terni di Linee BRT (Bus Rapid Transit), servizi di trasporto urbano con veicoli elettrici, efficienti e universalmente accessibili.

In tema di economia circolare e agricoltura sostenibile, è prevista la realizzazione di due importanti progetti nella regione. Il primo, Smart Farming, prevede l'adozione di pratiche tipiche dell'agricoltura 4.0, innovative ed efficienti. Smart Farming punta sull'agricoltura sostenibile e prevede la realizzazione di una serra idroponica e di due progetti energetici ad essa integrati, un parco fotovoltaico e un'area adiacente dedicata a sistemi di accumulo di tecnologia BESS. I benefici riconducibili all'implementazione delle pratiche idroponiche sono molteplici, non solo dal punto di vista ambientale, quali una riduzione dell'uso di acqua, suolo, pesticidi, emissioni di CO₂, ma anche in termini di transizione del settore agricolo, molto importante per l'economia regionale, verso una maggiore

integrazione con innovazioni 4.0 e tecnologie digitali. L'infrastruttura creata, oltre ad avere un forte impatto generazionale, produrrà molteplici benefici anche dal punto di vista sociale, prevedendo dei laboratori dedicati a percorsi didattici su sostenibilità e alimentazione sana, oltre che un'infrastruttura di ricerca per studenti ITS e Universitari per lo studio delle pratiche di coltivazione sostenibili, come quella fuori suolo.

Il secondo progetto, dal UBC-Umbrian Bio-Economy District Sustainable valley, rappresenta un progetto di sviluppo integrato di bioeconomia circolare, attraverso la creazione di filiere sostenibili di materie prime (bioprodotti), con l'obiettivo di salvaguardare il territorio e valorizzarlo.

Sempre nell'ottica della sostenibilità e dello sviluppo dell'economia circolare si colloca il progetto Gestione del ciclo dei rifiuti - revamping impiantistico, che intende investire nel potenziamento degli impianti nei poli di Ponte Rio e di Pietramelina, nell'ottica di un sensibile riduzione del conferimento dei rifiuti di origine urbana in discarica ed il recupero di materia ed energia. A questi interventi si aggiungerà un nuovo polo impiantistico presso l'area delle ex officine Bosco (Narni), a seguito della dismissione dell'impianto di Maratta, del revamping dell'impianto di Casone (Foligno) e del polo "le Crete" (Orvieto).

Il dissesto idrogeologico e i conseguenti rischi cui sono esposti la popolazione, i centri abitati, le infrastrutture lineari di comunicazione e le attività economiche e produttive, hanno assunto nell'ultimo decennio una crescente rilevanza, anche in conseguenza degli effetti dell'evoluzione climatica con un aumento della frequenza di eventi pluviometrici estremi. La Regione Umbria, per la sua conformazione geologica, geomorfologica e idrografica, è da sempre naturalmente predisposta ai fenomeni di dissesto che hanno interessato i suoi centri storici, arroccati su rupi o in cima a colli, e le valli attraversate dai principali corsi d'acqua. La linea d'intervento Mitigazione del rischio idrogeologico punta ad aumentare la resilienza dei territori esposti a rischio idrogeologico mediante azioni che riducano il rischio di frane ed esondazioni, soprattutto in prossimità di zone già riconosciute come ad alto rischio nel Piano di Assetto Idrologico vigente, o ricomprese tra i centri abitati ammessi a consolidamento; il rischio residuo sarà gestito mediante monitoraggio e manutenzione di queste aree.

Considerando infine le Componenti 3 e 4 del PNRR, è prevista una riqualificazione degli edifici civili e industriali, delle aree verdi che l'Umbria offre, con l'obiettivo di mitigare gli impatti delle attività antropiche, con una messa

a sistema di un sistema efficiente di cammini, sentieri e ciclovie, oltre ad una valorizzazione del Lago Trasimeno, ecosistema da preservare non solo con interventi di bonifica, ma anche attraverso l'adozione di mezzi di trasporto su acqua con motore elettrico.

Alcune di queste iniziative ed altre ancora saranno ampiamente discusse e dettagliate nei capitoli successivi.

BIBLIOGRAFIA

1. Unfccc, "ADOPTION OF THE PARIS AGREEMENT - Paris Agreement text English".
2. "Gazzetta ufficiale dell'Unione europea - EUR-Lex." <https://eur-lex.europa.eu/oj/direct-access.html?locale=it>
3. Athir. Nouicer, Leonardo. Meeus, and European University Institute. Robert Schuman Centre for Advanced Studies., The EU Clean Energy Package. [Online]. Available: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans-package_en
4. PIANO NAZIONALE INTEGRATO PER L'ENERGIA E IL CLIMA. [Online]. Available: <https://www.mise.gov.it/index.php/it/198-notizie-stampa/2040668-pniec2030>
5. "Next Generation EU." https://next-generation-eu.europa.eu/index_en
6. "Green New Deal", [Online]. Available: <https://www.consilium.europa.eu/it/policies/green-deal/>
7. "Piano Nazionale Integrato per l' Energia e il Clima."
8. "Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima, ENERGIACLIMA2030."
9. "Primes 2007." <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/primary-energy-consumption-baseline-primes/fancybox.html>
10. "Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza #NEXTGENERATIONITALIA."
11. "L'Italia riparte: il Pnrr in sintesi."
12. "React-Eu." <https://politichecoesione.governo.it/it/strategie-tematiche-e-territoriali/strategie-tematiche/strategia-per-il-contrasto-all-emergenza-covid-19-con-le-politiche-di-coesione/react-eu/>
13. "Piano preliminare strategico per l'Umbria, prima regione decarbonizzata d'Italia al 2040."
14. "Regione Umbria-Piano Energetico Regionale 2004-2009."
15. "Strategia Regionale per lo sviluppo dell'energia da fonti rinnovabili."
16. "Regione Umbria-Strategia Energetico Ambientale Regionale 2014-2020," 2014.
17. "Decreto Ministeriale 15 marzo 2012", [Online]. Available: https://www.gazzettaufficiale.it/atto/serie_generale/caricaDettaglioAtto/originario?atto.dataPubblicazioneGazzetta=2012-04-02&atto.codiceRedazionale=12A03600&elenco30giorni=false
18. "PNRR-Umbria".
19. Centro Studi Sintesi, "Il PNRR IN Umbria: Risorse e Prospettive."

BIOMASSE

Andrea Nicolini

PhD, Professore Associato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia

Valentina Coccia

PhD, Ricercatrice presso CIRIAF - Università degli Studi di Perugia

Energia dalle biomasse: definizioni, disponibilità, proprietà e tipologie

Si intende per biomassa ogni sostanza organica derivante direttamente o indirettamente dalla fotosintesi clorofilliana. Mediante tale processo, le piante assorbono dall'ambiente circostante anidride carbonica (CO₂) e acqua, che vengono trasformate, con l'apporto dell'energia solare e di sostanze nutrienti presenti nel terreno, in materiale organico utile alla crescita. In questo modo, considerando l'attuale superficie terrestre coperta da sostanze vegetali, vengono fissate complessivamente circa 2·10¹¹ tonnellate di carbonio all'anno, con un contenuto energetico equivalente a 70 miliardi di tonnellate di petrolio, circa 10 volte l'attuale fabbisogno energetico mondiale.

Essendo la materia vegetale la forma più sofisticata di accumulo di energia solare, la biomassa assume pertanto una fondamentale importanza, tanto che risulta tra le risorse naturali che l'uomo ha sempre utilizzato per le proprie necessità energetiche.

Da un punto di vista normativo, il D. Lgs. 387/03, all'articolo 2, fornisce la seguente definizione: *“La biomassa è la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali ed urbani.”*

Le biomasse sono una risorsa rinnovabile se utilizzate con un tasso di utilizzo non superiore alla capacità di rinnovamento biologico. Infatti, l'anidride carbonica emessa nel processo energetico è la stessa che la pianta ha fissato tramite la fotosintesi clorofilliana, quindi dal punto di vista delle emissioni di gas ad effetto serra la valorizzazione energetica delle biomasse ha un impatto nullo.

Dal punto di vista dell'origine, è possibile classificare le biomasse in due macro-categorie: colture energetiche e biomasse residuali.

Le colture energetiche sono coltivazioni specializzate per la produzione di biomassa ad uso energetico e possono riguardare sia specie legnose sia erbacee.

Le coltivazioni energetiche legnose sono costituite da specie selezionate per l'elevata resa in biomassa e per la capacità di ricrescita dopo il taglio. In Tabella 1 sono mostrate le proprietà di alcune coltivazioni energetiche legnose da Short Rotation Forestry (Robinia, Pioppo, Salice, Ginestra). Per Short Rotation Forestry (SRF) si intende la coltivazione, per la produzione di biomassa, di specie forestali a rapido accrescimento che, impiantate con un elevato grado di fittezza e gestite con idonee tecniche colturali, vengono raccolte con cicli di taglio assai più frequenti rispetto alle utilizzazioni tradizionali di prodotto legnoso. La materia prima legnosa ottenuta può essere utilizzata tal quale oppure trasformata in biocombustibile solido (cippato, pellet, bricchette) o gassoso (syngas, mediante processi di gassificazione o pirolisi).

Le colture alcoligene, amidacee e zuccherine (cereali, barbabietole, sorgo), mediante opportuni processi chimici di trasformazione, possono essere convertite in biocombustibili liquidi (bioetanolo di I generazione).

Le colture erbacee (v. Tab. 2) ad alta efficienza fotosintetica (sorgo da fibra, miscanto, Arundo donax, kenaf) sono specie coltivate a ciclo annuale o poliennale, il cui prodotto, direttamente o sottoposto a processi di trasformazione industriale, è in grado di fornire energia attraverso processi di combustione.

La biomassa residuale è vincolata ai cicli produttivi di origine quali le catene alimentari primarie e secondarie, le utilizzazioni forestali, le lavorazioni agroindustriali, l'ecosistema urbano. Le principali tipologie sono:

- residui agricoli (paglie di cereali, stocchi di mais, girasole, tabacco);
- residui forestali e selvicolturali e della lavorazione del legno (frascumi, ramaglie, scarti);
- residui del verde urbano (potature);
- residui industriali (pallet ed imballaggi, oli esausti di frittura);
- residui agro-industriali e dell'industria alimentare (vinacce, sanse, gusci e noccioli, trebbie, bucce, lolla di riso);
- residui zootecnici (sego e grassi industriali, deiezioni suine e bovine, pollina).

Tab. 1 - Proprietà di alcune tipologie di coltivazioni energetiche legnose

Tipologia di biomassa	Produttività (t/ha-anno)	Sostanza secca	P.C.I. (kJ/kg s.s.)	Resa energetica lorda (kWh/ha-anno)	Energia per evaporazione (kWh/ha-anno)	Resa energetica netta (kWh/ha-anno)
Pioppo	30	50%	17.581	73.255,0	10.416,7	62.838,3
Salice	18	50%	17.581	43.953,0	6.250,0	37.703,0
Robinia	15	50%	18.000	37.499,6	5.208,3	32.291,3
Ginestra	6	50%	18.000	14.999,8	2.083,3	12.916,5

Fonte: PNBB2 - Piano propedeutico Nazionale per i Biocombustibili e i biocarburanti - Centro Nazionale di Ricerca sulle Biomasse (CRB) - Università degli Studi di Perugia)

Tab. 2 - Proprietà di alcune tipologie di coltivazioni energetiche erbacee

Tipologia di biomassa	Produttività (t/ha-anno)	Sostanza secca	P.C.I. (kJ/kg s.s.)	Resa energetica lorda (kWh/ha-anno)	Energia per eevaporazione (kWh/ha-anno)	Resa energetica netta (kWh/ha-anno)
Arundo Donax (Canna Comune)	22	60%	17.581	64.464,4	6.111,1	58.353,3
Miscanthus (Miscanto)	18	70%	17.581	61.534,2	3.750,0	57.784,2

Fonte: PNBB2 - Piano propedeutico Nazionale per i Biocombustibili e i biocarburanti - Centro Nazionale di Ricerca sulle Biomasse (CRB) - Università degli Studi di Perugia)

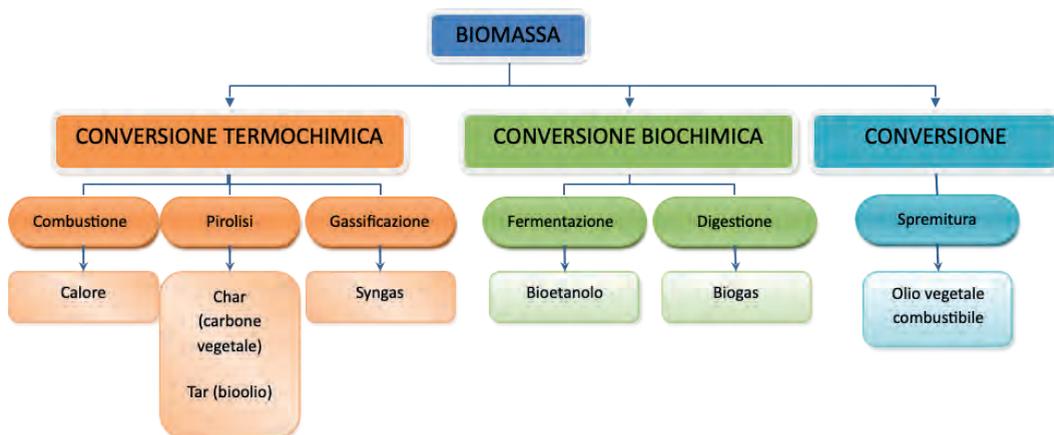
In generale la biomassa organica foto-sintetica opportunamente trasformata può avere molteplici impieghi, ovvero:

- conversione in energia termica e/o elettrica e produzione di biocombustibili solidi e liquidi;
- biomateriali per l'industria edilizia ed abitativa e per la produzione di compositi;
- fibre tessili;
- cellulosa, carta e assimilati;
- fertilizzanti o ammendanti per terreni agricoli;
- prodotti per l'industria (lubrificanti, solventi, plastiche biodegradabili, additivi vari).

Processi di conversione energetica delle biomasse

Ai fini della valorizzazione energetica delle biomasse, si riporta in Figura 1 uno schema dei possibili processi di conversione.

Fig. 1 - Processi di conversione energetica delle biomasse e relativi prodotti



Infatti per l'uso energetico delle biomasse sono possibili diverse soluzioni tecniche e filiere di conversione energetica che si differenziano sostanzialmente per le caratteristiche della biomassa utilizzata, per i principi fisici applicati per la conversione energetica e per le potenze convenientemente realizzabili. Si possono distinguere tre tipologie fondamentali di processi di conversione:

- termochimici (combustione, pirolisi e gassificazione);
- biochimici (digestione e fermentazione);
- estrazione meccanica (spremitura).

Combustione

È il più semplice dei processi termochimici e consiste nell'ossidazione completa del combustibile ad H_2O e CO_2 ; è attuata in generale in apparecchiature (caldaie) in cui, al termine del processo, avviene lo scambio termico tra i gas di combustione e i fluidi termovettori di processo (acqua, olio diatermico, ecc). La combustione di prodotti e residui agricoli si attua con buoni rendimenti, se si utilizzano come combustibili sostanze ricche di glucidi strutturati (cellulosa e lignina) e con contenuti di acqua inferiore al 30%. I prodotti utilizzabili a tale scopo sono i seguenti:

- legname in tutte le sue forme (cippato e pellet);
- paglie di cereali;
- residui di raccolta di legumi secchi;
- residui di piante oleaginose (ricino, cartamo, ecc.);
- residui di piante da fibra tessile (cotone, canapa, ecc.);
- residui legnosi di potatura di piante da frutto e di piante forestali;
- residui dell'industria agroalimentare.

L'uso di biomasse lignocellulosiche residuali, in sostituzione di colture intensive, ha un impatto positivo sull'ambiente reale, in quanto esse necessitano di un minor uso di fertilizzanti e pesticidi; inoltre non richiedono un massiccio utilizzo di macchinari agricoli.

Gassificazione

La gassificazione consiste nell'ossidazione incompleta di biomasse solide o liquide in un ambiente ad elevata temperatura (800-1000 °C) per la produzione di un gas combustibile (detto gas di sintesi o syngas, composto principalmente da H₂, CO, ma anche C_xH_y, N₂, CO₂, in proporzioni variabili secondo il tipo di biomassa e di gassificatore usato), con potere calorifico inferiore variabile tra i 4.000 ed i 14.000 kJ/Nm³.

Pirolisi

È un processo di degradazione termochimica di materiali organici, attraverso l'azione del calore, a temperature elevate (tra 400 e 800°C), in completa assenza di agenti ossidanti (aria o ossigeno) o con una ridottissima quantità di ossigeno (in questo caso il processo può essere descritto come parziale gassificazione). Dalla pirolisi si ottengono prodotti gassosi, liquidi o solidi, in proporzioni che dipendono dai metodi utilizzati (pirolisi convenzionale, veloce o flash) e dai parametri di reazione.

Digestione anaerobica

È il processo di fermentazione (conversione biochimica) della materia organica ad opera di micro-organismi in assenza di ossigeno; consiste nella demolizione delle sostanze organiche complesse contenute nei vegetali e nei sottoprodotti di origine animale (lipidi, protidi, glucidi), che dà origine ad un gas

(biogas) costituito per il 50-70 % da metano e per la restante parte soprattutto da CO₂, con un potere calorifico medio dell'ordine di 23.000 kJ/Nm³.

Fermentazione alcolica

È un processo di tipo microaerofilo che opera la trasformazione dei glucidi contenuti nelle produzioni vegetali in etanolo. L'etanolo risulta un prodotto utilizzabile anche nei motori a combustione interna normalmente di tipo "dual fuel", come riconosciuto fin dall'inizio della storia automobilistica, ed ha proprietà chimico-fisiche tali da poter essere considerato un sostituto della benzina.

Spremitura

È un processo di estrazione meccanica dal quale è possibile ottenere un olio vegetale da semi di colture quali girasole, colza, palma. L'olio, opportunamente filtrato e sottoposto a depurazione/raffinazione, è un combustibile liquido particolarmente viscoso, utilizzabile in motori diesel opportunamente modificati. Inoltre, processi di transesterificazione o idrogenazione catalitica consentono di ottenere da tale prodotto di spremitura un combustibile (biodiesel o green-diesel) con proprietà chimico-fisiche tali da poter essere considerato un sostituto del gasolio.

Biocarburanti di II e III generazione

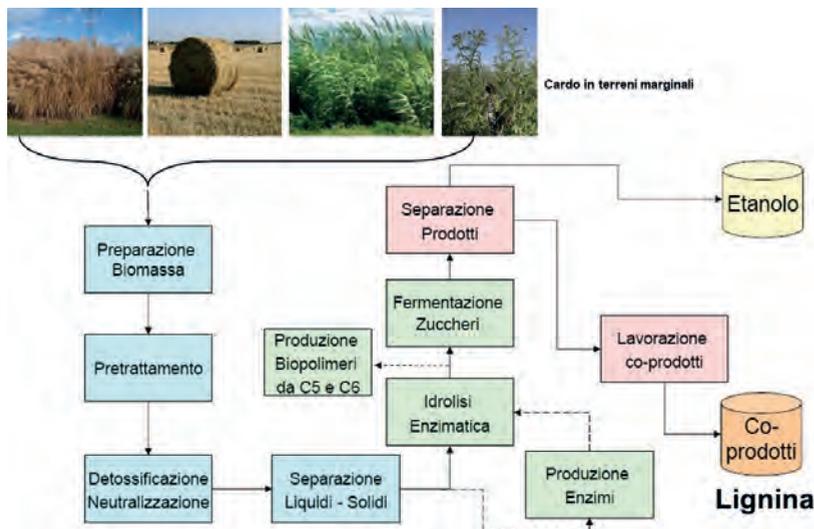
L'impiego di superfici agricole per produzioni energetiche ha recentemente creato problematiche di notevole rilevanza, ponendosi in competizione con le produzioni agricole tradizionali a scopo alimentare. Lo sviluppo del settore delle biomasse deve pertanto rivolgersi verso l'impiego di terreni marginali per la produzione di colture sostenibili e innovative (cardo, miscanto, robinia, ecc.) e/o residui del comparto agroforestale (paglia, potature, ramaglie, fogliame, ecc.). L'Italia dispone di circa 3-4 milioni di ettari di terreni marginali, di cui una parte potrebbe essere messa a disposizione per colture energetiche evitando competizione con l'agricoltura alimentare. Tale impiego potrebbe fornire un reddito agli agricoltori paragonabile a quello dell'agricoltura tradizionale. Inoltre, si stima che in Italia siano circa 30 milioni le tonnellate di residui e sottoprodotti agricoli e forestali non utilizzati, che potrebbero costituire un valore aggiunto per le aziende operanti nel comparto agroforestale.

La ricerca in tale settore si propone di verificare, sia dal punto di vista tecnologico che energetico, la produttività in termini di biocarburanti di diverse tipologie di biomasse lignocellulosiche mediante processi chimico-biologici, che possano fornire indicazioni al mondo agricolo sulle coltivazioni energetiche più promettenti su terreni marginali (senza competizione con l'agricoltura alimentare) e sulle tipologie di sottoprodotti agroforestali più efficienti. A tal riguardo, processi innovativi per la produzione di tale tipologia di biocarburanti (detti di II generazione) sono:

- idrolisi enzimatica della biomassa in uscita da sistemi di pretrattamento della biomassa (es. steam explosion, organosolv) e solubilizzazione della cellulosa a glucosio per la successiva fermentazione e produzione di bioetanolo (Fig.2);
- inoculo di lieviti oleaginosi, fase di crescita ed accumulo lipidi utilizzando sia lo xilosio che il glucosio in uscita dai processi di pretrattamento della biomassa (es. steam explosion, organosolv), estrazione dei lipidi dalla massa cellulare e produzione di biodiesel mediante transesterificazione o idrogenazione;
- inoculo di *Saccharomyces cerevisiae* (es. Ethanol Red®) in uscita dai processi di pretrattamento suddetti, produzione del bioetanolo mediante l'impiego di glucosio.

Infine, biocombustibili di III generazione sono in fase di studio, ottenibili dal processamento di alghe e microalghe.

Fig. 2 - Esempio di processo di produzione di bioetanolo da biomasse lignocellulosiche



Bioraffinerie e chimica verde

In accordo con i principali orientamenti comunitari, l'impiego sostenibile delle biomasse prevede la produzione combinata di vettori energetici e biomateriali allo scopo di promuovere un'economia circolare delle filiere. In tal senso, le bioraffinerie possono essere classificate in funzione di differenti parametri, quali ad esempio il tipo di tecnologie impiegate, ovvero in funzione del grado di innovazione tecnologico, oppure in funzione delle caratteristiche della materia prima in ingresso (es. lignocellulosiche, "green" e marine).

Aspetto di rilievo riguarda inoltre la stima delle pressioni ambientali generate dalle operazioni di logistica relative al trasporto della biomassa fino ai luoghi di conversione energetica. A tal riguardo, la Tabella 3 riporta stime delle emissioni di anidride carbonica equivalente per tonnellata di biomassa trasportata in funzione del mezzo di trasporto impiegato.

Tab. 3 - Dati per tonnellata di biomassa trasportata - CENTRO RICERCA BIOMASSE, Università degli Studi di Perugia, studio del 2015

Distanza	Trasporto su gomma	Trasporto ferroviario	Trasporto navale
200 Km	33 kgCO _{2eq}	22 kgCO _{2eq}	6 kgCO _{2eq}
400 Km	61 kgCO _{2eq}	40 kgCO _{2eq}	8 kgCO _{2eq}
800 Km	118 kgCO _{2eq}	79 kgCO _{2eq}	12 kgCO _{2eq}

La produzione di biochemicals di elevato valore dai sottoprodotti delle filiere energetiche dei biocombustibili di seconda generazione ha favorito numerose possibilità di ricerca e sviluppo nel settore dei materiali innovativi, nonché una serie di numerose possibili applicazioni sostenibili degli stessi, incluso l'ambito dell'edilizia.

In tale contesto, un materiale di notevole interesse è la cellulosa nanocristallina (NCC), che costituisce una frazione della cellulosa presente nelle biomasse lignocellulosiche (tipicamente compresa tra il 0.1% e il 2%), organizzata a livello nanometrico secondo una serie di reticoli ordinati. Tale nanostruttura le conferisce molteplici interessanti proprietà, come ad esempio:

1. proprietà di rinforzo dei polimeri naturali come la carta;
2. proprietà di protezione da agenti patogeni;
3. proprietà ottiche di iridescenza;
4. proprietà biomediche;
5. proprietà di biodegradabilità che la rendono attrattiva per possibili impieghi nell'elettronica sostenibile;
6. proprietà di protezione dei materiali edilizi dall'accumulo di acqua.

Laboratori del CRB - Centro Nazionale di Ricerca sulla Biomasse - Università degli Studi di Perugia

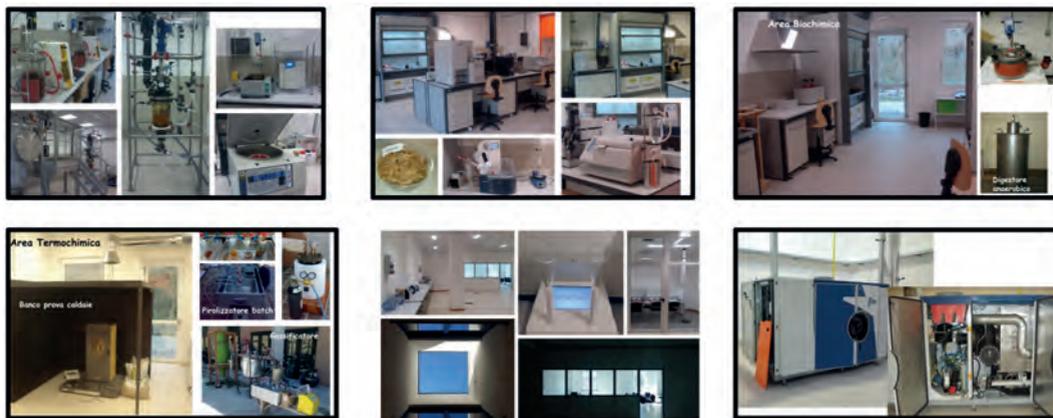
Il CRB (Centro di Ricerca sulle Biomasse) è il centro nazionale di riferimento per lo studio e la sperimentazione delle filiere delle biomasse e dei relativi sistemi di conversione energetica. Il Centro è stato istituito nel 2003 dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare presso l'Università degli Studi di Perugia. Il CRB svolge attività di vario tipo nel settore della Ricerca e Sviluppo, dei servizi resi alle imprese ed agli enti pubblici, delle verifiche, del controllo, della certificazione, della progettazione e della pianificazione ed ogni altra prestazione nell'ambito di tematiche connesse con lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili ed in particolare della conversione energetica delle biomasse.

Nel 2011, il CRB ha ampliato la propria sede ed i propri laboratori ottenendo per gli stessi la certificazione di qualità UNI EN ISO 9001. I Laboratori risultano organizzati e suddivisi come di seguito brevemente descritto (Fig. 3):

- *Laboratorio biocarburanti e biochemicals*: in questo laboratorio viene studiata la produzione di bioetanolo di II generazione e di biochemicals innovativi da biomasse lignocellulosiche, anche mediante uno specifico prototipo sperimentale per il pretrattamento della biomassa attraverso steam explosion;
- *Laboratorio di caratterizzazione delle biomasse*: in questo laboratorio sono presenti strumentazioni per la caratterizzazione chimico-fisica delle biomasse, quali un mulino per la preparazione dei campioni, analizzatore termogravimetrico per proximate analysis, analizzatore per ultimate analysis, calorimetro;
- *Laboratorio dei processi termici - area biochimica*: in questo laboratorio, viene analizzata la produttività di diversi substrati con differenti tipi di inoculo mediante un digestore anaerobico batch da laboratorio. Viene inoltre studiata, mediante fotobioreattori, la produzione energetica da microalghe;

- *Laboratorio dei processi termici - area termochimica:* in questo laboratorio, è presente una test facility per lo studio delle prestazioni energetiche di caldaie a pellet ed un prototipo per la pirolisi e gassificazione della biomassa;
- *Laboratorio di olfattometria:* in questo laboratorio è installata una camera olfattometrica per la misura delle emissioni odorigene di miscele gassose, campionate alle sorgenti. In particolare, la camera olfattometrica è realizzata in accordo alla normativa UNI EN 13725 per l'olfattometria dinamica;
- *Laboratorio grandi attrezzature/prototipi (Impianti pilota):* In questo laboratorio avviene la sperimentazione e l'ottimizzazione di prototipi su scala pre-industriale. In particolare è presente un impianto di produzione energetica composto da turbina (100 kW_e e 160 kW_t) a combustione esterna alimentata da impianto a biomasse da 1.000 kW_t (caldaia e scambiatore di calore).

Fig. 3 - I laboratori del CRB



BIBLIOGRAFIA

1. Jiby Kudakasseril Kurian, Gopu Raveendran Nair, Abid Hussain, G.S. Vijaya Raghavan, Feedstocks, logistics and pretreatment processes for sustainable lignocellulosic biorefineries: A comprehensive review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 25 (2013), pp.205-219
2. Vishnu Menon, Mala Rao, Trends in bioconversion of lignocellulose: Biofuels, platform chemicals & biorefinery concept, *Progress in Energy and Combustion Science* 38 (2012), pp.522-550
3. S. O'Keeffe, R.P.O. Schulte, J.P.M. Sanders, P.C. Struijk, I. Technical assessment for first generation green biorefinery (GBR) using mass and energy balances: Scenarios for an Irish GBR blueprint, biomass and bioenergy 35 (2011), pp.4712-4723
4. Seungdo Kim, Bruce E. Dale, Comparing alternative cellulosic biomass biorefining systems: Centralized versus distributed processing systems, *Biomass and Bioenergy* 74 (2015), pp.135-147
5. Sebnem Yilmaz, Hasan Selim, A review on the methods for biomass to energy conversion systems design, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 25 (2013), pp.420-430
6. World Economic Forum, Report 2010, The future of Biorefineries
7. Anais Godard, Pascale De Caro, Sophie Thiebaut-Roux, Emeline Vedrenne, Zephirin Mouloungui, New Environmentally Friendly Oxidative Scission of Oleic Acid into Azelaic Acid and Pelargonic Acid, *J Am Oil Chem Soc* 90 (2013), pp.133-140
8. Lorenzo D'Avino, Riccardo Dainelli, Luca Lazzeri, Paolo Spugnoli, The role of co-products in biorefinery sustainability: energy allocation versus substitution method in rapeseed and carinata biodiesel chains, *Journal of Cleaner Production* 94 (2015), pp.108-115
9. Mariano Martínez, Ignacio E. Grossmann, Systematic synthesis of sustainable biorefineries: A review, Department of Chemical Engineering. Carnegie Mellon University. Pittsburgh PA.
10. M. Fatih Demirbas, Biorefineries for biofuel upgrading: A critical review, *Applied Energy* 86 (2009), pp.S151-S161
11. Francesco Cherubini, The biorefinery concept: Using biomass instead of oil for producing energy and chemicals, *Energy Conversion and Management* 51 (2010), pp.1412-1421
12. Anatoly A. Shatalov and Helena Pereira, Biorefinery of Energy Crop Cardoon (*Cynara cardunculus* L.) - Hydrolytic Xylose Production as Entry Point to Complex Fractionation Scheme, *J Chem Eng Process Technol* 2 (2011), pp.118-125
13. Juan Carlos Serrano-Ruiza and James A. Dumesic, Catalytic routes for the conversion of biomass into liquid hydrocarbon transportation fuels, *Energy Environ. Sci.* 4 (2011), p.83-99
14. Abdellatif Barakat, Hugo de Vries, Xavier Rouau, Dry fractionation process as an important step in current and future lignocellulose biorefineries: A review, *Bioresource Technology* 134 (2013), pp.362-373
15. Tomohisa Hasunuma, Fumiyo Okazaki, Naoko Okai, Kiyotaka Y. Hara, Jun Ishii, Akihiko Kondo, A review of enzymes and microbes for lignocellulosic biorefinery and the possibility of their application to consolidated bioprocessing technology, *Bioresource Technology* 135 (2013), pp.513-522
16. Hector A. Ruiz, Rosa M. Rodriguez-Jasso, Bruno D. Fernandes, Antonio A. Vicente, Jose A. Teixeira, Hydrothermal processing, as an alternative for upgrading agriculture residues and marine biomass according to the biorefinery concept: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 21 (2013), pp.35-51
17. J.M. Romero-García, L. Niño, C. Martínez-Patiño, C. Álvarez, E. Castro, M.J. Negro, Biorefinery based on olive biomass. State of the art and future trends, *Bioresource Technology* 159 (2014), pp.421-432
18. Ingegerd Backlund, Lars Karlsson, Leif Mattsson, Urban Bergsten, Biorefinery product potentials using tree biomass as feedstock: A survey on opportunities and threats to the new wood products industry, *biomass and bioenergy* 70 (2014), pp.207-216
19. European Commission, From the Sugar Platform to biofuels and biochemicals, Final report for the European Commission Directorate-General Energy N° ENER/C2/423-2012/SI2.673791, April 2015

20. Francesco Cherubini, Gerfried Jungmeier, Maria Wellisch, Thomas Willke, Ioannis Skiadas, René Van Ree, Ed de Jong, Toward a common classification approach for biorefinery systems, *Biofuels, Bioprod. Bioref.* 3 (2009), pp.534-546
21. Sofia Mannelli e Beppe Croce, *Chimica Verde Bionet*, Bioeconomia, oltre il sostenibile, Terra e Vita, n. 6-2015
22. Beppe Croce, Sofia Mannelli, *Bioraffi nerie, dalle biomasse il «nuovo petrolio»*, supplemento a *L'Informatore Agrario*, 5/2015
23. Joint European Biorefinery Vision for 2030 Star-colibri Strategic Targets for 2020 - Collaboration Initiative on Biorefineries
24. Interagency Feedstock Logistics And Biofuels Distribution Working Group, *Biomass Feedstocks Logistics Research, Development, Deployment, and Demonstration Programs in the Federal Government—Review and Recommendations for Coordination and Collaboration*, BR&D, 2014
25. *Systemic Perspectives In Biorefineries*, Chalmers University of Technology, Report 2013
26. Serina Ahlgren, Anna Ekman, Hanna Karlsson and Anna Björklund (KTH, Royal Institute of Technology), *The 6th International Conference on Life Cycle Management in Gothenburg 2013*
27. Athanasios A. Rentizelas, Athanasios J. Tolis, Ilias P. Tatsiopoulos, *Logistics issues of biomass: The storage problem and the multi-biomass supply chain*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13 (2009), pp.887-894
28. Stefan Gold, Stefan Seuring, *Supply chain and logistics issues of bio-energy production*, *Journal of Cleaner Production* 19 (2011), pp.32-42
29. Joshua A. Schaidle, Christopher J. Moline, and Phillip E. Savage, *Biorefinery Sustainability Assessment*, *Environmental Progress & Sustainable Energy* 30 (2011), pp.743-753
30. Pedro Haro, Cristina Aracil, Fernando Vidal-Barrero, Pedro Ollero, *Balance and saving of GHG emissions in thermochemical biorefineries*, *Applied Energy* 147 (2015), pp.444-455
31. Pedro Haro, Cristina Aracil, Fernando Vidal-Barrero, Pedro Ollero, *Balance and saving of GHG emissions in thermochemical biorefineries*, *Applied Energy* 147 (2015), pp.444-455
32. Ed de Jong, Gerfried Jungmeier, *Biorefinery Concepts in Comparison to Petrochemical Refineries*, 2015, *Industrial Biorefineries and White Biotechnology*

MATERIALI E TECNOLOGIE PER L'EFFICIENZA ENERGETICA IN EDILIZIA

Claudia Fabiani

PhD, Ricercatrice presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia

Anna Laura Pisello

PhD, Professore Associato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia

Negli ultimi decenni, l'efficienza energetica nell'edilizia ha assunto un ruolo cruciale nella lotta ai cambiamenti climatici e nella riduzione della dipendenza dalle fonti energetiche convenzionali. Lo scopo primario è quello di raggiungere "l'adeguatezza" energetica, ovvero utilizzare la quantità di energia necessaria per soddisfare le nostre esigenze senza sprechi. Per raggiungere tale obiettivo, è indispensabile adottare un approccio integrato che comprenda sia strategie di sfruttamento delle risorse energetiche rinnovabili che strategie passive per migliorare l'efficienza energetica degli edifici. Nel primo caso, ci si riferisce ad esempio all'installazione di tecnologie come pannelli fotovoltaici, pannelli solari termici, microturbine eoliche, scambiatori geotermici e i relativi sistemi di accumulo energetico. Queste tecnologie consentono di sfruttare fonti di energia rinnovabile e ridurre la nostra dipendenza dalle fonti energetiche tradizionali. Di contro, le strategie passive si concentrano sulla riduzione dei carichi energetici e delle dispersioni termiche attraverso l'ottimizzazione

del design e della costruzione degli edifici. Ciò comprende, ad esempio, l'ottimizzazione dei materiali utilizzati sia in ambiente interno che esterno nel contesto urbano, al fine di garantire un equilibrio energetico favorevole degli involucri edilizi, contrastando fenomeni dannosi come l'isola di calore. A questo scopo, è necessario adottare soluzioni innovative che assicurino un adeguato isolamento termico degli elementi strutturali opachi e trasparenti degli edifici, limitando lo scambio di calore tra l'interno e l'esterno e ottimizzando l'apporto di calore solare passivo durante l'estate e l'inverno.

In tutti questi ambiti, la scienza dei materiali riveste un ruolo fondamentale come base per lo sviluppo tecnologico necessario a progredire verso l'obiettivo della adeguatezza energetica. In particolare, vi sono due ambiti di ricerca che rappresentano elementi essenziali per lo sfruttamento delle fonti energetiche rinnovabili e per la regolazione degli scambi termici tra l'ambiente e gli edifici: l'accumulo energetico e l'ottimizzazione dell'equilibrio termo-energetico delle superfici urbane.

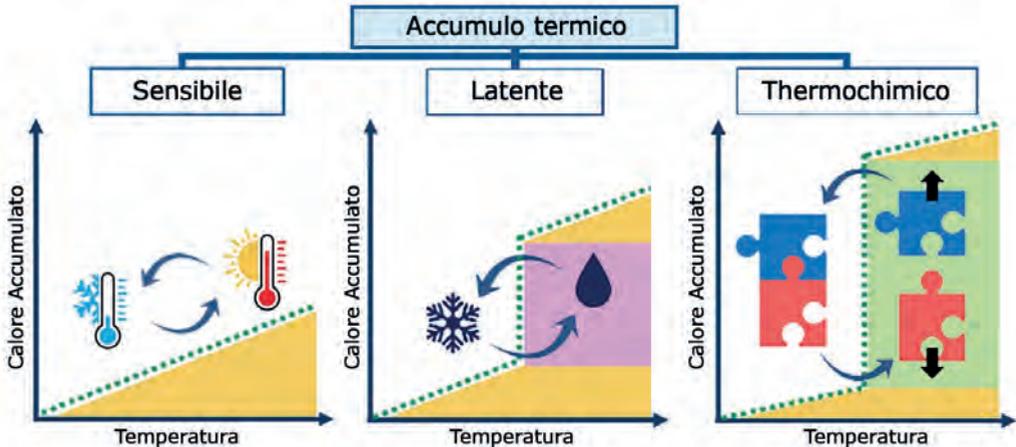
Materiali e tecnologie per l'accumulo energetico negli edifici

Il concetto di accumulo energetico si riferisce al processo mediante il quale un tipo di energia, come l'elettricità, il calore o l'energia chimica, viene immagazzinata in un sistema o un dispositivo per essere utilizzata successivamente, quando necessario. I sistemi di accumulo rivestono un ruolo cruciale nel garantire un utilizzo efficiente delle fonti di energia rinnovabile, le quali possono essere influenzate dalle condizioni climatiche e geografiche e non sempre possono soddisfare immediatamente la domanda energetica. In passato, l'accumulo energetico era principalmente associato alla conservazione e conversione di energia meccanica tramite centrali idroelettriche, ma recentemente si è concentrato soprattutto sugli accumuli di energia elettrica e termica per applicazioni industriali e edili.

I sistemi di stoccaggio dell'energia elettrica (EESS) consentono di bilanciare l'intermittenza della produzione di energia da fonti rinnovabili, come i pannelli fotovoltaici e le microturbine eoliche. Lo sviluppo degli EESS è considerato un fattore chiave per la realizzazione e il corretto funzionamento delle future reti elettriche intelligenti (smart grid), che dovranno integrare una quantità sempre maggiore di energia da fonti rinnovabili. Tuttavia, attualmente la principale preoccupazione riguarda i costi elevati associati all'utilizzo diffuso degli EESS.

Pertanto, l'obiettivo principale per rendere gli EESS ampiamente adottati nella rete elettrica nazionale è quello di ottenere una significativa riduzione dei costi^[1].

Fig. 1 - Tipologie di accumulo termico



Diverso è, invece, il caso dello stoccaggio dell'energia termica (Thermal Energy Storage - TES), che comprende tecniche e tecnologie in rapido sviluppo volte a ottimizzare la gestione dell'energia termica e migliorare l'efficienza energetica degli edifici. Esistono tre principali tipologie di accumulo termico: sensibile, latente e termochimico, ognuna basata su diversi principi fisici e con applicazioni specifiche nell'ambito delle costruzioni^[2].

L'accumulo termico sensibile sfrutta la capacità termica di un materiale per immagazzinare energia termica sotto forma di calore sensibile, per l'appunto. Questo principio è applicato quotidianamente in comuni soluzioni edilizie come serbatoi di accumulo termico ad acqua o ad aria. La ricerca, tuttavia, sta lavorando con lo scopo di sviluppare nuovi materiali caratterizzati da elevate capacità termiche specifiche, buona conservazione del calore, buona conducibilità termica e lunga durata nel tempo che aiutino soprattutto nel problema della stratificazione del calore^[3]. Il grafene e materiali correlati a base di carbonio stanno guadagnando interesse come potenziali materiali per l'accumulo termico sensibile grazie alle loro eccellenti proprietà di conduzione termica^[4].

Il secondo meccanismo di accumulo termico, quello latente, sfrutta invece il calore latente di fusione/solidificazione di un materiale per immagazzinare energia termica. I materiali a cambiamento di fase (PCM) sono ampiamente utilizzati in questa tipologia di accumulo termico^[5]. Ad esempio, un pavimento

radiante con PCM può accumulare energia termica durante le ore diurne e rilasciarla gradualmente durante le ore notturne, migliorando il comfort termico degli occupanti dell'edificio, riducendo i picchi di domanda termica sia in fase di riscaldamento che raffrescamento, e quindi permettendo anche elevate riduzioni di consumo energetico. Gli obiettivi principali della ricerca in questo settore specifico includono lo sviluppo di materiali con temperature di transizione adatte alle applicazioni negli edifici e contraddistinti da una buona stabilità termica e chimica. Si studiano anche soluzioni per migliorare la conducibilità termica dei PCM e sviluppare nuove configurazioni di sistemi di accumulo latente per ottimizzare il processo di accumulo e rilascio dell'energia termica^[6].

Infine, l'accumulo termochimico sfrutta reazioni chimiche per immagazzinare e rilasciare energia termica. Ad esempio, il sistema basato sul ciclo di adsorbimento/desorbimento utilizza materiali adsorbenti come la zeolite per assorbire una sostanza chimica volatilizzata a bassa temperatura durante il processo di accumulo e rilasciarla quindi successivamente durante il processo inverso^[7]. Questo tipo di accumulo termico è stato impiegato in sistemi di climatizzazione solare ad assorbimento. Attualmente, la ricerca nel campo dello stoccaggio termochimico è volta allo sviluppo di materiali idonei per reazioni termochimiche efficienti, che siano non tossici e a basso costo. Si studiano diverse tipologie di materiali come sali idrati, materiali di adsorbimento classico, materiali di adsorbimento chimico o metal-organici (MOF). L'ottimizzazione dei sistemi di reazione, compresi reattori, catalizzatori e condizioni operative, è un'altra area di ricerca necessaria per massimizzare l'efficienza complessiva e garantire una gestione efficace dell'energia termochimica^[8].

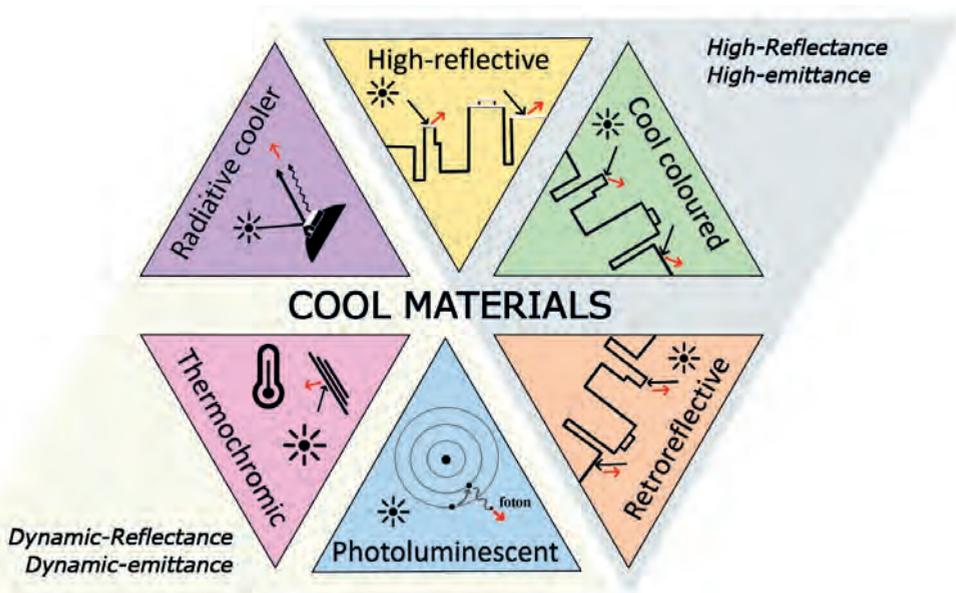
In sintesi, lo stoccaggio dell'energia termica svolge un ruolo fondamentale nell'ottimizzazione dell'energia termica negli edifici contribuendo allo smorzamento della domanda, che spesso compromette l'efficienza energetica di sistemi e tecnologie impiantistiche. Le tecnologie di accumulo termico sensibile, latente e termochimico offrono approcci diversi per immagazzinare e rilasciare energia termica, e la ricerca si concentra sulla scoperta di materiali idonei, miglioramento delle proprietà termiche e ottimizzazione dei sistemi per massimizzare l'efficienza complessiva.

Materiali e tecnologie per la mitigazione del surriscaldamento superficiale urbano

Lo studio del bilancio termico superficiale del costruito è fondamentale per identificare le principali criticità locali e sviluppare strategie efficaci per mitigare l'isola di calore urbana e contrastare il surriscaldamento climatico locale. La radiazione, ed il carico termico ad essa relativo, svolge un ruolo fondamentale nel bilancio energetico delle superfici, poiché il sole rappresenta la principale fonte di energia che raggiunge la superficie. Pertanto, una comprensione approfondita del bilancio di radiazione è essenziale per ottimizzare l'efficienza energetica e ridurre lo spreco di energia.

La radiazione netta associata a una qualsiasi superficie urbana può essere suddivisa in quattro componenti: la radiazione a corto raggio in entrata, la radiazione a lungo raggio in entrata, la radiazione a corto raggio uscente o riflessa dalla superficie e la radiazione a lungo raggio uscente o riemessa dalla superficie. Queste ultime due componenti dipendono direttamente dalla riflettanza solare, che rappresenta la capacità di un materiale di riflettere la radiazione elettromagnetica, e dall'emittanza termica, che indica la capacità del materiale di riemettere l'energia assorbita sotto forma di radiazione termica^[9].

Fig. 2 - Classificazione di materiali che regolano l'interazione con la radiazione solare



Per regolare l'interazione tra una superficie ed il suo scambio radiativo, gli studiosi hanno sviluppato tre categorie principali di applicazioni: materiali ad alta riflettanza e/o alta emittanza, materiali a riflettanza dinamica e materiali a emittanza dinamica.

I materiali ad alta riflettanza e/o alta emittanza sono ampiamente sviluppati e disponibili sul mercato. Comunemente noti come materiali freschi o "cool materials", presentano una riflettanza solare di almeno il 70% e/o un'emittanza termica di almeno l'85%. Questi materiali sono caratterizzati da una elevata riflettanza nell'intero spettro a corto raggio e nel vicino infrarosso (280-2500 nm) e spesso fanno uso di pigmenti bianchi che assorbono poco la luce e diffondono intensamente nella gamma visibile. Esistono anche materiali freschi colorati, caratterizzati da un'elevata riflettanza al di fuori della gamma visibile, che si integrano meglio con l'ambiente costruito. Questi materiali comprendono miscele di idrossidi, nitrati, acetati e ossidi metallici come il biossido di titanio, l'ossido di zinco e il vanadato di bismuto. Altre soluzioni rilevanti includono l'utilizzo di film retroriflettenti che consentono la riflessione direzionale della radiazione incidente, indirizzandola in direzioni specifiche e riducendo così l'assorbimento di calore da parte delle superfici^[10].

I materiali per il raffreddamento radiativo passivo diurno delle superfici (Passive Daytime Radiative Coolers - PDRC) rappresentano l'ultima frontiera nell'ambito dei materiali ad elevata riflettanza e/o emittanza. Questi materiali presentano un comportamento selettivo, con una elevata riflettanza solare ed emissività termica solo in specifiche zone dello spettro elettromagnetico^[11]. Ciò consente loro di trasferire il calore direttamente nello spazio esterno, massimizzando il processo di raffreddamento radiativo. I PDRC possono essere classificati in diverse categorie, in base alle loro caratteristiche fondamentali, che includono, tra gli altri, materiali inorganici stratificati, metamateriali, materiali a base di polimeri, materiali biomimetici e materiali a raffreddamento radiativo commutabile.

I film inorganici stratificati e i metamateriali sfruttano sottili strati di metalli o materiali dielettrici e complesse strutture nanofotoniche. Questi materiali hanno dimostrato un notevole potere di raffreddamento, riducendo la temperatura superficiale al di sotto della temperatura ambiente anche di 8-12°C^{[12],[13]}. Essi tuttavia, richiedono procedure di ottimizzazione basate su simulazioni numeriche avanzate e complesse procedure di fabbricazione. I materiali a base di polimeri come PTFE, PDMS, PVDF e PMMA presentano una buona selettività nell'infrarosso e un costo più contenuto, ma necessitano di strati metallici o particelle per migliorare la capacità di riflettere la radiazione solare^[14].

I materiali biomimetici sono invece ispirati alla termoregolazione degli organismi naturali come il bozzolo del baco da seta e le ali delle farfalle e rappresentano un avanzamento scientifico estremamente interessante. Questi materiali hanno dimostrato prestazioni comparabili ai composti precedenti, con cali di temperatura superficiale al di sotto della temperatura ambiente fino a 8,4°C^[15].

Un'altra area di ricerca promettente riguarda l'utilizzo di materiali a raffreddamento radiativo commutabile che consentono la modulazione dell'emissività infrarossa attraverso un processo termoresponsivo capace di adattarsi alle variazioni climatiche. Si tratta di componenti che sfruttano il riscaldamento radiativo durante il periodo invernale e attivano il raffreddamento radiativo esclusivamente durante il periodo estivo. Questo risultato è stato ottenuto utilizzando materiali a cambiamento di fase come l'ossido di vanadio (VO₂) e l'idrogel termocromico^[16]. Un'altra linea di ricerca mira a sfruttare metamateriali e strutture con trasmittanza asimmetrica per risolvere l'instabilità del raffreddamento che si verifica in ambienti urbani umidi, inquinati o affollati, dove l'entità della radiazione emessa dalle particelle atmosferiche e dagli oggetti circostanti può compromettere le prestazioni di raffreddamento dei PDRC. Un'altra promettente area di ricerca riguarda l'introduzione nei PDRC di materiali strutturati multistrato, nanoparticelle a nucleo-guscio, nanocristalli o materiali fotoluminescenti, tra gli altri. Queste soluzioni mirano a risolvere il problema dell'aspetto ultra-bianco o ultra riflettente dei materiali con proprietà a banda larga, assorbendo selettivamente il calore solare in bande spettrali strette nella gamma visibile, mantenendo un'alta riflessione nelle altre parti dello spettro. Ciò consente di ridurre la perdita inevitabile di raffreddamento e ottenere una riduzione media della temperatura di 4-5 °C^[17].

Oltre ai PDRC, un'altra notevole sezione della ricerca sulle proprietà di riflessione ed emittanza della radiazione elettromagnetica riguarda lo sviluppo e l'uso di materiali capaci di cambiare dinamicamente le loro proprietà termo-ottiche, in risposta alle condizioni ambientali, ottimizzando così l'efficacia nel controllo del bilancio energetico delle superfici urbane. Si tratta dei cosiddetti materiali termocromici e fotoluminescenti.

I materiali termocromici sono in grado di assorbire o riflettere diverse lunghezze d'onda della radiazione elettromagnetica, a seconda della temperatura a cui si trovano. Esistono due categorie principali di materiali termocromici: la prima categoria, quella a base coloranti, mostra termocromismo grazie all'interazione tra i suoi componenti, mentre la seconda categoria ottiene le sue proprietà termocromiche da riarrangiamenti molecolari o effetti nano-scalari che modificano le caratteristiche ottiche della loro struttura molecolare. I sistemi che sfruttano coloranti si distinguono in dye-polymer composites e leuco-dye^[18]. I primi, sono costituiti dalla combinazione di un colorante (dye) e un polimero e devono le loro proprietà termocromiche all'interazione tra il colorante indicatore di pH e la matrice polimerica. La transizione di colore del leuco-dye, invece, avviene attraverso una reazione di trasferimento di protoni che coinvolge il colorante stesso. Quando il leuco-dye viene riscaldato, i protoni si spostano da un gruppo funzionale altrimenti inattivo del colorante a un gruppo funzionale attivo, causando un cambiamento nel suo assorbimento o riflessione della luce e, di conseguenza, una variazione del colore. Entrambe queste applicazioni sono relativamente economiche e il loro utilizzo come rivestimento esterno su piastrelle o membrane può ridurre l'intervallo di temperatura media giornaliera della superficie da 28-45°C a 24-38°C. Tuttavia, essi sono anche altamente suscettibili al fenomeno di fotodegradazione quando utilizzati all'aperto, ciò ne limita fortemente l'utilizzo nell'ambiente costruito. Per affrontare questo problema, i ricercatori stanno esplorando due principali alternative ai coloranti. Esse consistono in materiali che subiscono una transizione di colore attraverso riarrangiamenti molecolari indotti dalla temperatura e quelli che subiscono una transizione di colore a causa di effetti nano-scalari.

Il primo gruppo include tre principali materiali termocromici: polimeri coniugati (CP), cristalli liquidi (LC) e basi di Schiff (SB). Il secondo gruppo di materiali, cioè i termocromici su nano-scala, include "quantum dots" – o punti quantici - (QD), "plasmonic elements" – o elementi plasmonici - (PE) e "photonic crystals" – o

cristalli fotonici - (PC)^[19]. I *quantum dots* sono nanostrutture semiconduttrici che presentano proprietà ottiche ed elettroniche uniche a causa delle loro dimensioni estremamente ridotte. Sono costituiti da materiali semiconduttori, come il solfuro di cadmio (CdS) o l'arseniuro di gallio (GaAs), che vengono confinati in tutte le tre dimensioni, formando una struttura tridimensionale. A causa di questa limitazione spaziale, i quantum dots mostrano un comportamento quantistico, in cui le proprietà elettroniche sono discrete e dipendono dalle dimensioni del dot.

I *plasmonic elements* sono strutture che sfruttano il fenomeno della risonanza plasmonica per interagire con la luce. La risonanza plasmonica si verifica quando gli elettroni in un materiale metallico oscillano in risposta all'incidenza della luce, generando onde elettromagnetiche confinate nell'interfaccia tra il materiale metallico e un mezzo dielettrico. Questa interazione plasmonica può influenzare l'assorbimento, la trasmissione e la riflessione della luce, nonché le proprietà ottiche e il comportamento elettrico dei materiali plasmonici. Da ultimo, i *photonic crystals* sono strutture periodiche che presentano una modulazione periodica dell'indice di rifrazione nell'ambito della propagazione della luce. Questa modulazione periodica crea un'interferenza costruttiva o distruttiva dei fasci di luce che attraversano il materiale, generando così effetti ottici unici, tra i quali il termocromismo. I *photonic crystals* sono progettati per controllare e manipolare il comportamento della luce in modo simile a come i cristalli regolari influenzano i fasci di luce. Tuttavia, mentre i cristalli tradizionali sono periodici nella struttura atomica, i *photonic crystals* sono periodici nell'indice di rifrazione, che è una proprietà che descrive la velocità di propagazione della luce in un materiale.

I materiali fotoluminescenti emettono luce quando esposti a radiazione UV o visibile e possono contribuire al raffreddamento superficiale nel bilancio energetico urbano, se opportunamente manipolati dal punto di vista radiativo^[20].

Difatti, la fluorescenza è un meccanismo in cui gli elettroni eccitati dalla radiazione elettromagnetica si rilassano al loro stato fondamentale, emettendo un fotone con energia inferiore. I materiali fluorescenti possono essere composti e pigmenti tradizionali tridimensionali o nano-materiali come i quantum dots e i nano-cristalli. I materiali fosforescenti, in particolare, sono una sottocategoria di materiali fotoluminescenti che emettono luce per un periodo prolungato. Sono composti da componenti inorganiche drogate con ioni di metalli di transizione o terre rare. Entrambi i tipi di materiali hanno dimostrato potenziale di raffreddamento, riducendo la temperatura superficiale anche di 4 °C nelle ore più calde.

I *quantum dots* fotoluminescenti e i nanocristalli di perovskite sono stati ottimizzati per migliorare il loro potenziale di raffreddamento e sono stati integrati negli strati superiori di materiali colorati, raggiungendo temperature fino a 5 °C al di sotto dei valori ambientali sotto la luce solare.

Fig. 3 - Gli obiettivi dello sviluppo sostenibile (Sustainable Development Goals - SDG) dell'Unione Europea^[21]



Conclusioni

In conclusione, l'efficienza energetica nell'edilizia è una priorità per contrastare i cambiamenti climatici e ridurre la dipendenza dalle fonti energetiche fossili. Questo settore, responsabile del 40% del consumo energetico globale, contribuisce all'obiettivo di fornire energia pulita e accessibile (Goal 7) delle Sustainable Development Goals^[21]. Per raggiungere l'efficienza energetica, è necessario adottare un approccio integrato che includa l'uso di fonti energetiche rinnovabili (Goal 13), strategie passive per il miglioramento della trasmissione del calore, promuovendo città e comunità sostenibili (Goal 11) e consumi e produzioni sostenibili (Goal 12). Questo ottimizzerà le prestazioni energetiche e ambientali dei sistemi impiantistici, contribuendo agli sforzi globali per raggiungere gli obiettivi di sviluppo sostenibile.

Le tecnologie per lo sfruttamento delle fonti energetiche rinnovabili, come i pannelli fotovoltaici e solari termici, le microturbine eoliche e gli scambiatori geotermici, consentono di ridurre la dipendenza dalle fonti energetiche convenzionali. D'altra parte, le strategie passive si concentrano sulla riduzione dei carichi energetici e delle dispersioni termiche attraverso l'ottimizzazione del design e della costruzione degli edifici.

La scienza dei materiali gioca un ruolo fondamentale nello sviluppo di tecnologie per l'efficienza energetica degli edifici. In particolare, due aree di ricerca sono cruciali: l'accumulo energetico e l'ottimizzazione dell'equilibrio termo-energetico delle superfici urbane.

Nel campo dell'accumulo energetico, sono in corso sviluppi significativi per migliorare i sistemi di stoccaggio dell'energia elettrica e termica. Gli accumulatori energetici consentono di bilanciare l'intermittenza delle fonti rinnovabili, mentre le tecnologie di accumulo termico sensibile, latente e termochimico offrono modi diversi per immagazzinare e rilasciare energia termica. La ricerca si concentra sullo sviluppo di materiali adatti a queste applicazioni, migliorando le proprietà termiche e ottimizzando i sistemi per massimizzare l'efficienza complessiva.

Per quanto riguarda la mitigazione del surriscaldamento superficiale urbano, l'uso di materiali ad alta riflettanza e/o emittanza, come i materiali freschi, può contribuire a ridurre l'assorbimento di calore dalle superfici degli edifici. Inoltre, sono stati sviluppati materiali innovativi, come i materiali per il raffreddamento radiativo passivo diurno delle superfici (PDRC), che permettono

il trasferimento del calore direttamente nello spazio esterno, massimizzando il processo di raffreddamento radiativo.

In sintesi, l'utilizzo di materiali e tecnologie innovative è fondamentale per migliorare l'efficienza energetica degli edifici e mitigare l'impatto ambientale dell'edilizia. La continua ricerca e sviluppo in queste aree contribuiranno a raggiungere l'obiettivo dell'adeguatezza energetica e a promuovere un ambiente costruito più sostenibile e resiliente dal punto di vista energetico.

BIBLIOGRAFIA

1. Prosinì, Pier Paolo and Moreno, Margherita and Vellucci F. "Tecnologie e sistemi per l'accumulo elettrochimico dell'energia". *Energia, Ambiente e Innov.* (2020).
2. [Cabeza LF. "Advances in Thermal Energy Storage Systems: Methods and Applications". *Adv Therm Energy Storage Syst Methods Appl.* (2014): 1-592.
3. Jordan U, Furbo S. "Thermal stratification in small solar domestic storage tanks caused by draw-offs". *Sol Energy.* 78(2)(2005): 291-300.
4. Pisello AL, D'Alessandro A, Sambuco S, Rallini M, Ubertaini F, Asdrubali F, et al. "Multipurpose experimental characterization of smart nanocomposite cement-based materials for thermal-energy efficiency and strain-sensing capability". *Sol Energy Mater Sol Cells.* 161(2017): 77-88.
5. Zahir MH, Irshad K, Shafiullah M, Ibrahim NI, Kausarul Islam AKM, Mohaisen KO, et al. "Challenges of the application of PCMs to achieve zero energy buildings under hot weather conditions: A review". *J Energy Storage.* 64(2023).
6. Jamil F, Khiadani M, Ali HM, Nasir MA, Shoeibi S. "Thermal regulation of photovoltaics using various nano-enhanced phase change materials: An experimental study". *J Clean Prod.* 414(2023).
7. Chao J, Xu J, Yan T, Xiang S, Bai Z, Wang R, et al. "Performance Analysis of Sorption Thermal Battery for High-Density Cold Energy Storage Enabled by Novel Tube-Free Evaporator". *SSRN Electron J.* (2022).
8. Ristić A. "Sorpton material developments for TES applications". *Adv Energy Storage Latest Dev from R&D to Mark.* (2022): 631-53.
9. Pisello AL, Castaldo VL, Piselli C, Fabiani C, Cotana F. "Thermal performance of coupled cool roof and cool façade: Experimental monitoring and analytical optimization procedure". *Energy Build.* 157(2017): 35-52.
10. Levinson R, Chen S, Slack J, Goudey H, Harima T, Berdahl P. "Design, characterization, and fabrication of solar-retroreflective cool-wall materials". *Sol Energy Mater Sol Cells.* 206(2020).
11. Raman AP, Anoma MA, Zhu L, Rephaeli E, Fan S. "Passive radiative cooling below ambient air temperature under direct sunlight". *Nature.* 515(7528)(2014): 540-4.
12. Hossain MM, Jia B, Gu M. "A Metamaterial Emitter for Highly Efficient Radiative Cooling". *Adv Opt Mater.* 3(8)(2015): 1047-51.
13. Liu W, Li Z, Cheng H, Chen S. "Dielectric Resonance-Based Optical Metasurfaces: From Fundamentals to Applications". *iScience.* 23(12)(2020).
14. Mandal J, Fu Y, Overvig AC, Jia M, Sun K, Shi NN, et al. "Hierarchically porous polymer coatings for highly efficient passive daytime radiative cooling". *Science (80-).* 362(6412)(2018): 315-9.
15. Yang Z, Zhang J. "Bioinspired Radiative Cooling Structure with Randomly Stacked Fibers for Efficient All-Day Passive Cooling". *ACS Appl Mater Interfaces.* (2021).
16. Shancheng Wang, Tengyao Jiang, Yun Meng, Ronggui Yang, Gang Tan, Yi Long. "Scalable thermochromic smart windows with passive radiative cooling regulation". *Science (80-).* 1504(December)(2021): 1501-4.
17. Sheng C, An Y, Du J, Li X. "Colored Radiative Cooler under Optical Tamm Resonance". *ACS Photonics.* 6(10)(2019): 2545-52.
18. Garshasbi S, Santamouris M. "Using advanced thermochromic technologies in the built environment: Recent development and potential to decrease the energy consumption and fight urban overheating". *Sol Energy Mater Sol Cells.* 191(2019): 21-32.
19. Fabiani C, Pisello AL. "Passive cooling by means of adaptive cool materials". In: *Eco-efficient Materials for Reducing Cooling Needs in Buildings and Construction: Design, Properties and Applications.* (2020). p. 439-57.
20. Chiatti C, Kousis I, Fabiani C, Pisello AL. "Luminescence for the built environment: from lighting to urban heat island mitigation purposes". *Glob Urban Heat Isl Mitig.* (2022): 47-69.
21. UN. "Sustainable developments goals Indicators" [Internet]. (2016). Available from: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2016/>

TERRITORIO E GESTIONE SOSTENIBILE DEI BOSCHI

Fabio Bianconi

Professore Associato presso il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Perugia

Marco Filippucci

Ricercatore (RTDB) presso il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Perugia

Simona Ceccaroni

Dottoranda presso il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Perugia

Domande sul futuro dei nostri luoghi

La contestualità fra transizione digitale ed ecologica si presenta come una importante leva per l'innovazione territoriale, dove la costruzione di modelli sostenibili di sviluppo trova nella pervasione del digitale un connubio capace di scuotere contesti strutturalmente bloccati da visioni profondamente miopi.

Di questi modelli inefficaci ne è un esempio concreto quello che può essere considerato il punto di partenza del progetto, l'ex centrale a bocca di miniera in abbandono (Fig. 1): si tratta di un polo entrato in funzione dal 1958 a ritmi alterni, fino al 2001, capace di erogare 48 MW, alimentata da lignite, una risorsa non rinnovabile, che esaurita ha portato alla dismissione delle attività produttive (Fig. 2). Come una cattedrale nel deserto, l'enorme contenitore spaziale che impatta nella percezione del luogo si presenta come una domanda sul futuro, richiedendo palesemente di essere trasformato, ponendo interrogativi sulle ragioni del suo fallimento che tanto inficiano lo sviluppo di una visione per il domani (Fig. 3).

Fig. 1 - Foto aerea della torre di raffreddamento della ex centrale ENEL di Pietrafitta (foto di Bruno Graziani)



Fig. 2 - Foto aerea della ex centrale ENEL di Pietrafitta alimentata a lignite (foto di Bruno Graziani)



Fig. 3 - Foto aerea dell'area (foto di Bruno Graziani)

Ricerca di nuovi scenari

In tale contesto si inserisce la collaborazione di ricerca fra il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale e i comuni di Panicale e Piegara con la loro società partecipata Consenergia Green, incentrata sulla valorizzazione del territorio limitrofo al polo. La ricerca di nuovi modelli per la riconversione di questi luoghi trova nel paesaggio un reale motivo di sviluppo, nell'idea che i boschi e il legno, intesi come risorse rinnovabili, possano cambiare l'immagine e trasformare la vita delle comunità del luogo. L'idea progettuale trova nella ricerca applicata l'elemento chiave per attivare l'innovazione: attraverso l'utilizzo delle nuove strumentazioni digitali, della capacità di calcolo e di ottimizzazione, una "materia" come il legno, nelle sue diverse qualità, può essere ingegnerizzata e trasformata in un "materiale". Il cambiamento che ne consegue rende competitivo l'utilizzo di tale risorsa in settori trainanti quali sono le costruzioni, considerando l'eccezionale trend di crescita del contesto italiano, che, secondo il VII Rapporto Edilizia in legno del 2022 promosso da Assolegno si posiziona al terzo posto (superando nazioni come Regno Unito, Austria, Norvegia), dietro solo Germania e Svezia, con 1,795 miliardi di euro di fatturato legato all'edilizia realizzata con strutture in legno e un incremento del 33% rispetto al 2020 (Fig. 4 - 5).

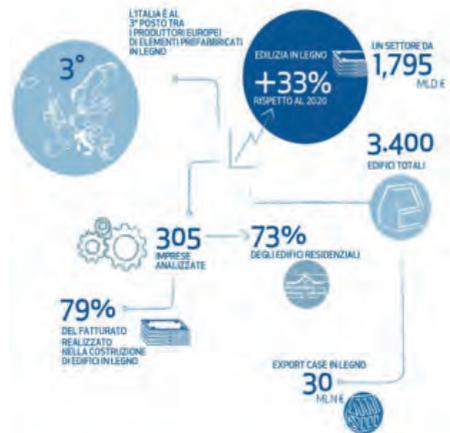
Fig. 4 - Rapporto dell'edilizia in legno nel 2021

Nel 2020 tra i Paesi europei, si evidenzia un forte aumento di edifici in legno prefabbricati. Al primo posto c'è la Germania con 2.836 milioni di euro. L'Italia si posiziona al **quarto** posto superando l'Austria con 664 milioni di euro.



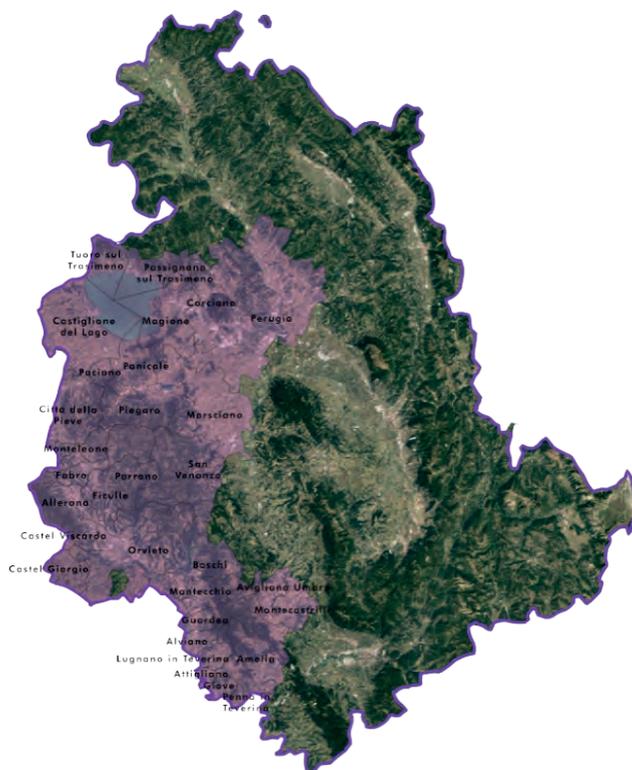
Fig. 5 - Rapporto Edilizia in legno del 2022 promosso da Assolegno

Nel 2022 l'Italia si posiziona al TERZO posto superando anche il Regno Unito, dietro solo Germania e Svezia, con **1,795 miliardi** di euro di fatturato legato all'edilizia realizzata con strutture in legno e un incremento del **33%** rispetto al 2020.



La proposta progettuale “Wood 4 Green Umbria” nasce quindi dal valore chiave di quell’eccezionale materiale naturale rinnovabile che è il legno, che può diventare un elemento chiave nelle logiche dell’industria 4.0 per rafforzare e trasformare l’Umbria “verde” attraverso il valore trainante dell’innovazione, capace di aprire un’economia circolare valorizzandone le molteplici filiere fra di loro connesse. L’idea prende le mosse dalla pianificazione e gestione sostenibile dei boschi, nell’obiettivo di aumentare e rivalutare tale grande patrimonio (Fig. 6).

Fig. 6 - Rappresentazione grafica dell'areale individuato da Wood 4 Green Umbria



Si tratta di oltre la metà del territorio regionale, areale che fa comprendere la potenziale offerta di materie prime e la conseguenziale importanza di una sfida epocale, complessa e ambiziosa, intorno al quale si vogliono far rinascere filiere basate sulla rivalutazione del legno e dei suoi prodotti. Si vuole così attivare un'economia circolare attraverso progettualità integrate, capaci di valorizzare l'ambiente e il paesaggio e rispondere alle sfide del cambiamento climatico promuovendo concretamente una rinnovata cultura della sostenibilità. Il modello così sviluppato propone una rivoluzione culturale ed economica insita in una concreta esaltazione delle foreste intese anche come fornitore di risorse rinnovabili, con la produzione del legno come primo obiettivo e la creazione di energia come soluzione integrata volta a valorizzarne a cascata i residui, legando il materiale ai luoghi e alla valorizzazione delle peculiari specificità.

Il valore del paesaggio per nuovi modelli di sviluppo territoriale

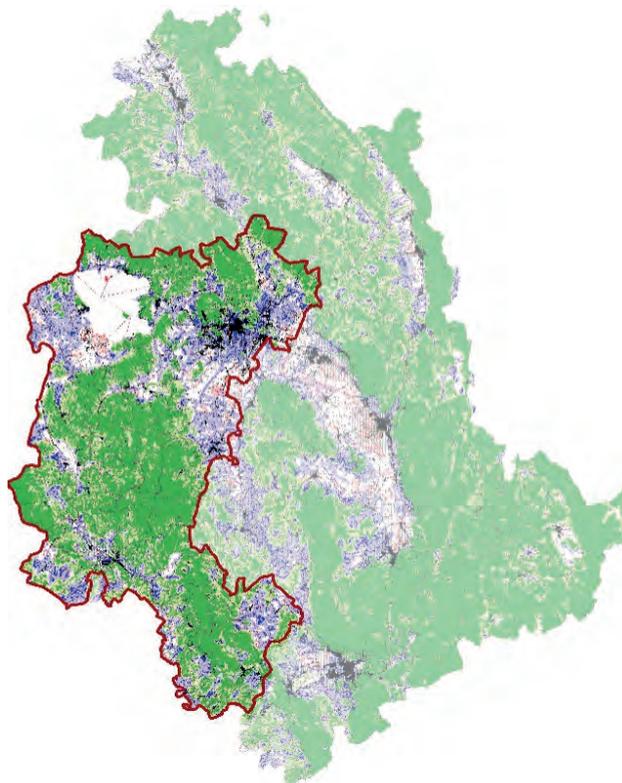
Ripartire dal paesaggio non è uno slogan carico di retorica. La visione del progetto presenta un modello nuovo di gestione dei territori che cerca di cogliere le piene potenzialità di ciò che è il “verde” per l’Umbria (Fig. 7).

Fig. 7 - Foto aerea del territorio che circonda Pietrafitta (foto di Bruno Graziani)



La rivoluzione parte dalla natura e dalla sua relazione con l’uomo: l’albero, la sua estensione concettuale nel bosco, si estende linearmente e concettualmente al tema del paesaggio, che diviene la questione nodale su cui intervenire. Quei luoghi che reclamano decisioni possono trovare nella natura che ne ridisegna la percezione, a partire dall’ex centrale, risposta che non si esime dall’affrontare le molteplici questioni che la necessità di uno sviluppo territoriale mette in campo. Il paesaggio apre implicitamente all’attuazione di politiche di decarbonizzazione, fonti rinnovabili che possono offrire anche solo con i residui energia, quale l’idrogeno green, con la produzione del legno come primo obiettivo e la creazione di energia come soluzione integrata volta a valorizzarne a cascata i residui. Si tratta quindi di promuovere la trasformazione di aree agricole e nuovi modelli urbani, nonché di favorire una valorizzazione del patrimonio di risorse rinnovabili quali sono i boschi se gestiti in modo sostenibile. In virtù della lotta ai cambiamenti climatici, l’obiettivo della proposta progettuale è innovare i modelli in funzione della necessità di porre la sostenibilità a fondamento, una visione anche etica che si traduce concretamente in una nuova filiera del legno. Oggi tale prospettiva appare come un’utopia, ma il valore delle idee trova un presupposto concreto nei dati territoriali, nel potenziale di un territorio come l’Umbria coperto circa dal 60% da boschi (Fig.8).

Fig. 8 - Rete Ecologica Regione Umbria



In tale visione, si attiva l'intero processo di produzione, dalla materia prima alla fornitura del prodotto, leva per processi industriali di economia circolare e si vuole attivare quindi un insieme di progettualità integrate, capaci di valorizzare l'ambiente e il paesaggio e rispondere alle sfide del cambiamento climatico, promuovendo concretamente una rinnovata cultura della sostenibilità. La ricerca parte dai dati del patrimonio forestale italiano, in espansione, che copre circa il 40% della superficie nazionale, con un trend di crescita stimato fino al 2030. Il 100% dei boschi è vincolato per scopi paesaggistici e l'87% è utilizzabile per produrre legname solo secondo norme precise, mentre il 28% ricade in aree protette. Attraverso anche coltivazioni intensive, si possono però anche giustapporre produzioni di legname con impianti a rotazione breve, nell'obiettivo di superare il mero utilizzo energetico, meno remunerativo di altri usi più nobili del legno. Se infatti il settore delle costruzioni mostra già autonomamente la sua potenzialità con il suo grande ritmo di crescita,

si può evidenziare che anche il legno-arredo impiega più di 100.000 addetti e il comparto è all'avanguardia nel mondo per l'alto contenuto di materiale riciclato. Al di là dello sfruttamento delle proprie risorse, l'Italia è il più grande importatore mondiale di legna da ardere e il più grande importatore europeo di pellet ad uso residenziale, esponendosi al problema dell'importazione di legname di origine illegale. Esistono esperienze pregevoli di utilizzo di legno nazionale per produzioni di qualità, ma bisogna evidenziare un grande scollamento tra il settore del legno-arredo e quello della lavorazione boschiva (taglio ed esbosco dei tronchi) e della prima trasformazione industriale (dai tronchi a semilavorati come i segati, le travi, i compensati, i tranciati) a cominciare dall'anello più debole, quello delle segherie, come mostrano i dati nazionali.

Wood 4 Green Umbria (Fig. 9) ipotizza la creazione di un cluster legno italiano per valorizzare le produzioni legnose nazionali e creare nuovi percorsi di bioeconomia circolare e nuova occupazione autenticamente green. Si tratta di mettere a sistema le migliori pratiche, rafforzare le esperienze che hanno prodotto risultati positivi di integrazione verticale lungo le filiere, incentivare la creazione di iniziative in zone che ne sono del tutto prive, partendo dall'esperienza accumulata dai distretti del legno già esistenti (dal distretto della sedia in Friuli al distretto dei divani in Puglia). L'ipotesi della creazione di un cluster legno italiano, inteso verosimilmente come "cluster dei cluster" per rispettare le diverse realtà locali, può essere la soluzione per un nuovo sviluppo della filiera che valorizzi le produzioni legnose nazionali, creando nuovi percorsi di bioeconomia circolare e nuova occupazione autenticamente green.

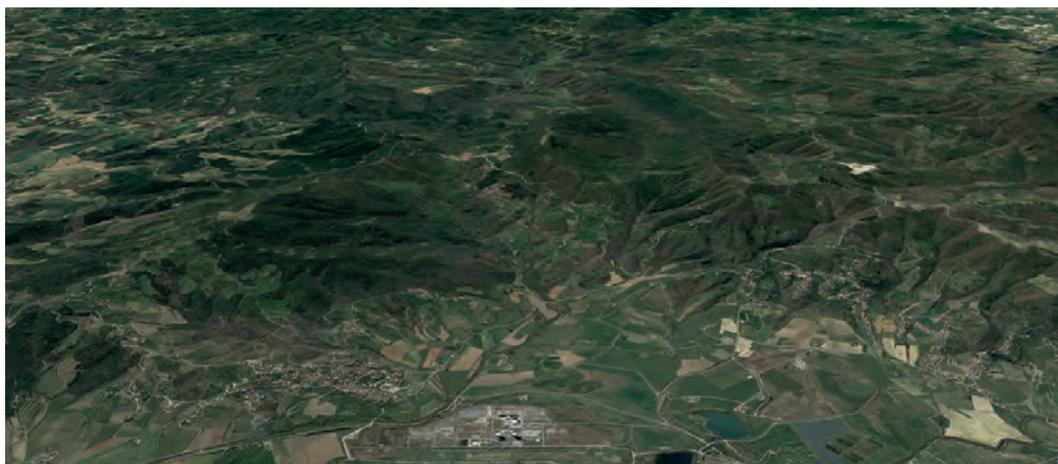
Fig. 9 - Logo del progetto Wood 4 Green Umbria



Le azioni proposte da Wood 4 Green Umbria

L'ipotesi progettuale si sviluppa partendo dall'intenzione di promuovere una gestione sostenibile delle foreste secondo la logica del distretto, in un areale fra i 60.000 e gli 80.000 ettari individuato nell'Umbria Occidentale (Figura 10), fra il lago Trasimeno e l'Amerino, nell'idea che si tratti di un primo modello.

Fig. 10 - Foto aerea di una porzione del territorio dell'Umbria Occidentale



Tale progettualità è preposta come condizioni di sviluppo per una piena innovazione nella gestione del settore forestale e agroalimentare (WP2), con investimenti infrastrutturali capaci di valorizzare la multifunzionalità come lo sviluppo di una logistica per il settore forestale ed agroalimentare (task 2.1), la creazione di un parco agrisolare (task 2.2) e l'ammodernamento dei macchinari e del settore alimentare correlato (task 2.3), atti a rafforzare la collaborazione fra pubblico e privato. La proposta mira ad intervenire concretamente sulle infrastrutture verdi, valorizzando gli ecosistemi e i loro servizi che rappresentano una ricchezza fondamentale per l'Umbria, il suo paesaggio e la sua comunità.

Gli alberi diventano l'icona della rigenerazione dell'area grazie alla loro multifunzionalità, capaci di trasformare il settore agricolo mostrando i vantaggi dell'arboricoltura (WP3) in termini di redditività e ricucitura della frammentarietà presente negli spazi insediativi (task 3.1), oltre che bonificare le zone compromesse (task 3.2), prendendo come primo caso l'area di Pietrafitta e la sua rigenerazione anche urbanistica, basata sull'idea di un bosco orizzontale per innovare l'abitare e l'immagine.

La costruzione di una filiera industriale del legno di prossimità nel distretto (WP4) nasce dall'investimento infrastrutturale nel territorio di insediamenti industriali proiettati ad una transizione 4.0 (task 4.1), supporta investimenti ad alto contenuto tecnologico (task 4.2) e rafforza le politiche industriali della filiera verso logiche di internazionalizzazione (task 4.3).

L'innovazione delle politiche di decarbonizzazione che stanno investendo la nostra società contemporanea si riflette nella proposta progettuale, che intende accelerare la transizione energetica dai combustibili tradizionali alle fonti rinnovabili promuovendo il graduale abbandono del carbone, con il sito di Pietrafitta che si presenta come emblema di un modello di energia che nasce dallo sfruttamento di fonti non rinnovabili (lignite), per convertirsi come luogo di innovazione delle logiche green capaci di valorizzare le risorse locali. Vi è quindi la necessità di riconvertire dal punto di vista energetico l'area (WP5) e produrre energia rinnovabile ricavandola da impianti ibridi in grado di rispettare la vocazione agricola del territorio ipotizzando dei sistemi agrovoltaici (task 5.1). Inoltre la proposta vuole costruire una comunità di comunità CER, proiettata ad autoprodurre e fornire energia rinnovabile per i propri membri (task 5.2) e ad integrazione, la realizzazione di ulteriori impianti per lo sviluppo di nuove forme di produzione di energia.

La centralità della risorsa legno non si esaurisce alla produzione di materia prima ma, nella logica di una reale economia circolare, ne utilizza i suoi disavanzi, i suoi scarti, stimati con il processo a regime in un intorno del 20%, per creare energia green. Si attiva pertanto all'interno del distretto, la filiera dell'idrogeno verde (WP6) che a partire dalle biomasse legnose produce tale risorsa strategica nell'area di Pietrafitta (task 6.1), trasformando gli spazi e gli impianti presenti (task 6.2). Il polo integrerà un impianto di conversione delle biomasse per il bioidrogeno, al fine di produrre un quantitativo di carburante di elevata purezza per alimentare due distributori promuovendo un uso per i trasporti e in particolare per il servizio pubblico, inclusa la navigazione del lago Trasimeno (task 6.3) oltre che stoccare in carri bombolai, utilizzare per le utenze civili e industriali e per la produzione di metano blu a partire dall'anidride carbonica catturata ai camini dagli impianti industriali (task 6.4).

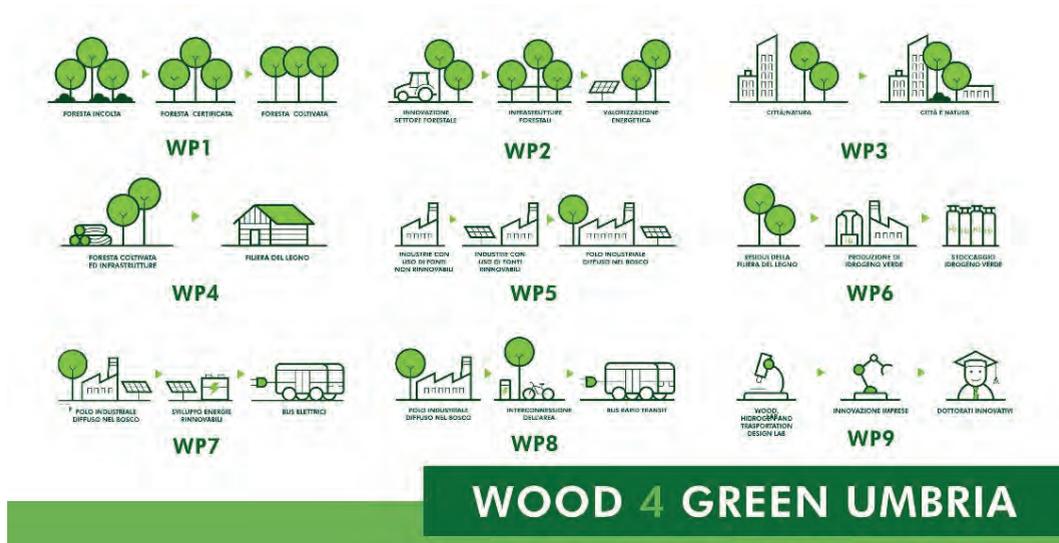
L'evoluzione del sito di Pietrafitta come epicentro della filiera del legno, il recupero degli scarti ai fini energetici e la riconversione energetica indirizzano il territorio verso processi di transizione energetica (WP7) globali, capaci di

accogliere le molteplici forme di produzione di energie rinnovabili, includendo la possibilità di stoccare energia (task 7.1). Inoltre, si vuole dotare l'area di impianti per la produzione di idrogeno da biomasse ligno-cellulosiche e consolidare le competenze per lo sviluppo dell'idrogeno (task 7.2). Nella stessa logica si vogliono promuovere la realizzazione di bus elettrici (task 7.3) con l'obiettivo di stimolare una trasformazione integrata e il supporto alle start - up (task 7.4) e al venture capital, nell'ipotesi di promuovere il dinamismo e la creatività imprenditoriale. Tali investimenti, rafforzati dalla sottesa finalità di rigenerare il polo produttivo di Pietrafitta, sono motivo del rafforzamento dell'interconnettività del territorio (WP8).

In particolare, la proposta vuole rafforzare la mobilità leggera (task 8.1) supportata da dispositivi per la ricarica elettrica (task 8.3) e lo sviluppo di un trasporto pubblico sostenibile utilizzando il trasporto rapido di massa (task 8.2) con l'introduzione del BRT (task 8.4) per offrire un servizio di trasporto pubblico atto ad unire la Toscana con il capoluogo umbro e a rendere maggiormente attrattivo ed efficiente tale polo.

L'obiettivo dell'idea progettuale è di accelerare infatti in modo pieno ed integrato i processi di innovazione dell'area (WP9), trovando come leva fondamentale la ricerca, nella costituzione di un centro sperimentale denominato "Wood, Hydrogen and Transportation Design Lab", che si occuperà di attività di ricerca e di trasferimento tecnologico. Seguendo le logiche dei laboratori di contaminazione, si vuole quindi introdurre un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione (task 9.1), definendo una cabina di regia e management segnata dal protagonismo degli imprenditori e dei protagonisti locali. Diviene utile perciò supportare attraverso finanziamenti lo sviluppo di start - up (task 9.2) e sostenere un'alta formazione specialistica promuovendo anche dottorati innovativi che rispondano ai fabbisogni di innovazione delle imprese e favoriscano l'assunzione dei ricercatori dalle imprese (task 9.3) (Fig. 11).

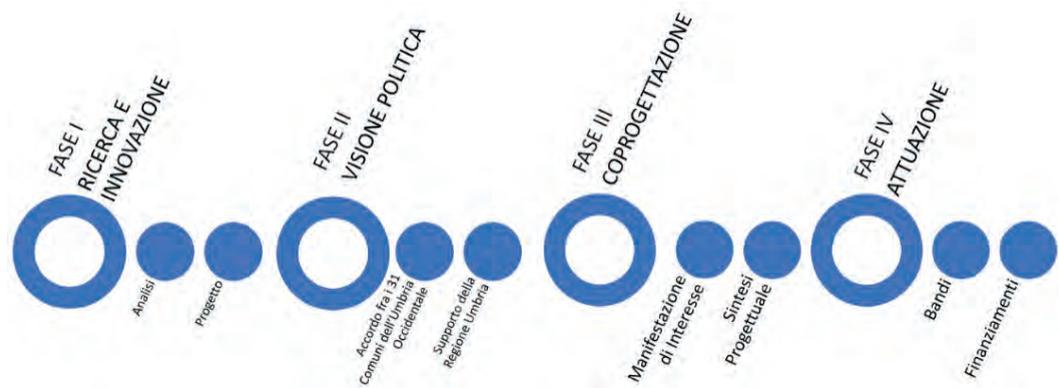
Fig. 11 - Sintesi delle Work Package del progetto Wood 4 Green Umbria



Le fasi del progetto

Il progetto si sviluppa in quattro fasi (Fig. 12).

Fig. 12 - Sintesi fasi del progetto



Partendo dalla fase di ricerca e innovazione si è cercato di studiare il paesaggio, e i suoi cambiamenti in relazione alle vicende che lo hanno attraversato. Alcuni dati, tuttavia, sono rimasti presenti nel suo tessuto fisico, rendendo riconoscibile e caratteristico un determinato ambiente paesaggistico. Indagare la realtà

territoriale di quel particolare ambiente, scoprirne le eredità del passato, aiuta a comprendere i percorsi che le sue trasformazioni hanno seguito per giungere all'assetto attuale.

L'analisi cartografica conduce a rappresentare sulla carta quei segni necessari per configurare un modello che comunichi la conoscenza della realtà indagata. Rappresentare significa dare un ordine al continuum osservato, quindi interpretare e conoscere una realtà comunque segnata da molteplici relazioni olistiche.

Per garantire azioni efficaci che superino i localismi e le consequenziali visioni frammentate, la proposta progettuale si è trasferita nel piano politico per coinvolgere 31 comuni dell'Umbria, che hanno firmato un "Protocollo d'intesa per una strategia intercomunale di valorizzazione delle risorse forestali dei paesaggi del Trasimeno meridionale e dell'Umbria occidentale". L'obiettivo di valorizzare quel proprio paesaggio dominato dalle medesime foreste è stato sancito dall'impegno congiunto da parte di tutte le amministrazioni di promuovere una strategia unitaria volta alla tutela, alla valorizzazione e la gestione sostenibile del patrimonio forestale per lo sviluppo del settore e delle sue filiere produttive, ambientali e socio-culturali.

A tale accordo è poi seguita la creazione di una cabina di regia promossa dalla Regione Umbria a supporto della proposta progettuale.

A seguito del protocollo d'intesa, i 31 comuni aderenti, hanno aperto la manifestazione pubblica per l'individuazione di integrazioni progettuali bottom-up e per la selezione di soggetti pubblici e privati, in qualità di partner, interessati alla collaborazione nel progetto "WOOD 4 GREEN UMBRIA". Questa fase di coprogettazione è molto importante perché permetterà in base alle richieste ed alle necessità delle aziende di arrivare ad una sintesi progettuale passando quindi da un progetto preliminare ad un progetto definitivo.

L'ultima fase riguarda l'attuazione del progetto attraverso l'assegnazione dei finanziamenti e l'interesse attivo da parte della comunità locale, processo appena attivato che cerca nelle molteplici opportunità offerte dalla programmazione economica europea, nazionale e regionale quei fondi necessari per la concreta attuazione della visione proposta.

I CARATTERI SALIENTI DELL'IDROELETTRICO IN UMBRIA

Annamaria Bartolini

Dottoranda in "Scienze umane", XXXVIII ciclo, presso il Dipartimento di Filosofia, Scienze Sociali, Umane e della Formazione dell'Università degli Studi di Perugia

Giovanni De Santis

Già Professore Ordinario di Geografia presso il Dipartimento di Lettere, Lingue, Letterature e Civiltà antiche e moderne dell'Università degli Studi di Perugia

Sin dai tempi più remoti, l'acqua ha rappresentato un elemento determinante per la vita delle comunità umbre, quale collante tra i poliedrici caratteri storico-politici della regione e i suoi tratti fisici più peculiari. Le condizioni morfologiche dell'Umbria e la presenza di corsi d'acqua con portate copiose, soprattutto in periodo autunno-invernale quando la richiesta di energia è maggiore, è, fin dagli inizi dell'elettrificazione, alla base dello sviluppo della produzione dell'energia idroelettrica che ha interessato varie zone dell'Umbria. Si sono, comunque, resi necessari numerosi interventi per assicurare e migliorare l'operatività di questi impianti con la costruzione di laghi artificiali che, in alcuni casi, hanno radicalmente trasformato il paesaggio, conferendogli nuove potenzialità economiche e turistiche.

Le centrali idroelettriche

Una razionale politica produttiva basata sul comparto idroelettrico, comincia ad affermarsi in Umbria già dalla fine del XIX secolo, sfruttando le acque del sistema Nera-Velino prima e di altri corsi minori poi. L'idroelettrico, infatti, non necessitando di energia per essere avviato, garantisce un maggiore rispetto dell'ambiente: può essere fornito nella quantità richiesta dal consumo in modo continuo e con tempi di adeguamento in pratica istantanei. L'ammortizzamento degli impianti, inoltre, avviene con discreta celerità e, dunque, senza pesanti ricadute sull'inquinamento del territorio.

Sebbene per rispondere alla crescente richiesta sia stato necessario fornire energia prodotta da fonti fossili con centrali termoelettriche (si pensi a quelle di Pietrafitta e Bastardo), numerosi interventi hanno assicurato e migliorato l'operatività degli impianti in Umbria. Sono stati, infatti, realizzati diversi bacini artificiali che, pur modificando in modo significativo il paesaggio, hanno altresì permesso, da una parte, di modulare le portate e ridurre l'effetto di eventuali piene, dall'altra, di fornire nuove attrattive economico-turistiche alla Regione.

Nella fattispecie di tale contesto e tralasciando l'esame delle centrali dismesse di Gualdo Tadino, Pale e Beroide, si tenterà di tracciare un quadro generale della situazione umbra, ripercorrendo le tappe che hanno portato alla realizzazione dei tanti impianti installati lungo i due principali sistemi idrici umbri, il Nera-Velino e il Tevere. Oltre all'esame degli interventi maggiori, si ritiene opportuno tracciare pure una breve panoramica della situazione relativa agli interventi minori, come quelli realizzati sul Topino e sul torrente Scirca, e a quelli ancora in fase progettuale.

Il sistema Nera-Velino

A monte della Conca Ternana, dove il tratto terminale del Velino confluisce nel medio corso del Nera attraverso la Cascata delle Marmore, ha origine il complesso sistema Nera-Velino integrato da derivazioni, canali e condotte che convogliano le acque fluenti in un sistema idrico reversibile.

Traendo origine da massicci calcarei ampiamente carsificati, i due fiumi presentano portate in genere regolari. Già nel tratto iniziale del bacino, le acque del fiume Nera azionano direttamente le piccole centrali di Preci (8,1 MW) e Triponzo (5,2 MW) e, intercettate in prossimità di Borgo Cerreto per mezzo di una centrale di pompaggio, sono sollevate a una quota superiore a quella del lago di Piediluco (369

m s.l.m.) in cui sfociano dopo un percorso di 42 km in galleria. Questo lago, quindi, funge da bacino di ricarica che, mediante un canale modulatore, alimenta l'attigua centrale di Galleto Pennarossa (portata massima derivabile 21 m³/s e turbinabile 19,1 m³/s). Attraverso una condotta forzata che supera circa 200 m di dislivello, inoltre, esso aziona le turbine della centrale di Galleto - Monte Sant'Angelo (3,5 MW dall'impianto fluente; 34,9 + 89,5 MW dall'impianto a bacino comprensivo della diga Stoney a Marmore). Costituisce, senza dubbio, anche la principale struttura del sistema di centrali a cascata Nera-Velino insieme a quelle di Galleto, costruita negli anni 1929-'31, e di Monte Sant'Angelo entrata in servizio, come ampliamento della prima, tra il 1971 e il 1973. Le acque già utilizzate, prima di essere riammesse nell'alveo del Nera, alimentano la centrale di Monte Argento (38 MW), interamente in caverna, posta a 60 m sotto il piano di campagna e ubicata nell'estrema periferia est di Terni. Poco più a ovest della città, le acque sono di nuovo intercettate e, per mezzo di un canale a pelo libero, vengono convogliate nel bacino serbatoio de L'Aia (2.200.000 m³, di cui ora ne resta utilizzabile soltanto un milione a causa del progressivo interrimento).

Appena più a valle della centrale di Galleto - Monte Sant'Angelo, si registra una situazione particolare e molto redditizia, infatti, dal canale di Monte Argento si effettua uno spillamento che alimenta la piccola centrale di Sersimone (0,7 MW), già da tempo automatizzata e comandata dalla centrale più a monte. Nella stessa zona, presso l'ex stabilimento chimico di Papigno, dal 1994 è attivo anche l'impianto di Cervino, della potenza di 0,54 MW. Sempre nell'area ternana, il tratto terminale del canale, oltre a interessare gli stabilimenti delle Acciaierie (AST), alimenta dal 1970 la centrale di Pentima (1,4 MW), le cui acque provenienti da uno sforo degli esuberanti della sua vasca barometrica, sono, a loro volta, sfruttate nell'impianto di Pentima 3 (potenza installata 0,65 MW, potenza media 0,55 MW), localizzato nel sedime industriale della ThyssenKrupp. Sempre all'interno dello stabilimento siderurgico, l'ultimo segmento del canale di scarico delle acque delle Acciaierie, sfruttando un salto di appena 3,8 m, permette di attivare i più recenti impianti Tk AST 2 (potenza installata 0,18 MW e media 0,13 MW).

Proseguendo a sud-ovest della Conca Ternana, è localizzato un secondo sistema di centrali installate sempre lungo il corso del fiume Nera: nella frazione Recentino, infatti, sono ubicati l'impianto di Narni (21,5 MW) e, più a valle, quelli di Stifone (2,16 MW) e di Nera Montoro (18,74 MW). Il primo, per mezzo di una condotta

sotterranea, è alimentato dalle acque del già ricordato invaso de L'Aia, le cui acque di scarico, più a valle, muovono le turbine della centrale di Nera Montoro costituite da due gruppi da 15 MW. Le acque del Nera non convogliate nel bacino de L'Aia, invece, prima di proseguire verso Nera Montoro, in corrispondenza della gola di Narni, sono rimpinguate da quelle delle tre sorgenti di acque saline che, caratterizzate da una colorazione verdastra, sgorgano in prossimità dell'abitato di Stifone, formando un piccolo lago e alimentandone l'omonima centrale.

Ancora più a valle, nei pressi dell'abitato di San Liberato (Comune di Narni), dove il Nera raggiunge la sua massima portata, l'Azienda Comunale Energia Ambiente (ACEA) di Roma, nel 1950, ha realizzato un invaso della capacità iniziale di 7 milioni di m³, ma ridottisi oggi a 1,5 per interrimento, tanto che il lago sta acquisendo sempre più i connotati di un ambiente palustre. Vi corrisponde la centrale "Guglielmo Marconi", entrata in funzione nel 1954 con due gruppi installati da 11,5 MW, e sita in località Guadamello dove può sfruttare un dislivello di 9 m. Questa, come tutte le altre centrali dell'ACEA ubicate nel Lazio e nell'Abruzzo, è automatizzata e comandata dalla centrale termoelettrica di Piazzale Ostiense in Roma e fornisce energia nel periodo di avvio di quest'ultima, integrandola nei carichi di punta.

Per quanto concerne, invece, le modificazioni ambientali, poco evidenti nel tratto più a monte interessato dal complesso sistema Nera-Velino, va segnalato che l'esteso territorio che precede la confluenza del Nera nel Tevere, tra Nera Montoro e il neo insediamento in prossimità del casello autostradale di Orte, è caratterizzato da un fondovalle ampio e pianeggiante in cui si individuano caratteri di forte naturalità associati a una scarsa antropizzazione. L'unica espansione insediativa, pur se limitata, si è, infatti, registrata nella frazione di San Liberato a seguito della trasformazione della strada Narni-Orte del 1934 in quella a scorrimento veloce E 45. L'altro successivo, notevole intervento si è avuto, in quest'area, proprio con la realizzazione del già menzionato invaso, venuto a modificare degli equilibri ambientali di antica stratificazione e inserendosi, tuttavia, armonicamente nel contesto territoriale. In definitiva, si è creato un nuovo paesaggio, prontamente utilizzato da varie specie animali (ittio e avifauna), nonché da numerose colonie di nutrie e di castori. Il progressivo interrimento, negativo ai fini energetici, è stato invece altamente positivo a livello ambientale, tanto che sarebbe oltremodo opportuno valorizzare e, al contempo, salvaguardare un'area umida a spiccata valenza naturalistica.

Solo un accenno, poi, agli impianti minori installati lungo il sistema Nera-Velino. Nel comune di Visso sorge una centralina di 0,22 MW; a Preci, in località Piedivalle,

è ubicato un mini impianto (0,45 MW) che sfrutta le acque del torrente Campiano e che è condizionato dalle variazioni di portata idrica: a monte, infatti, sono presenti allevamenti ittici (trote) che comunque rappresentano un settore importante nell'economia del territorio. Altrettanto, in località Corone, si trova un micro impianto che, alimentato dallo stesso torrente, con un salto di 6 m raggiunge la potenza di 0,024 MW. A Sellano è ubicato un impianto idroelettrico alimentato da due prese, Scogli San Lazzaro (0,6 MW) e Fosso delle Rote (0,5 MW); sempre nel sellanese, i torrenti Vigi e Argentina attivano, dal 1971, una piccola centrale a Ponte Sargano (0,22 MW), mentre il solo Argentina è sfruttato per il micro impianto privato di Postignano (0,01 MW). Il fiume Corno, ancora, nella stretta di Biselli, alimenta una piccola centrale (0,27 MW) installata nel 2006 e collocata al termine delle vasche di sedimentazione per depurare le acque della trotiltura. Pur essendo situati in provincia di Rieti, infine, è necessario ricordare, in quanto ricadono nel sistema energetico dell'Umbria, gli impianti elettrici dell'area di Antrodoto con le centrali di Cotilia (48 MW), Canetra (2,3 MW) e Peschiera (2,2 MW), che sfruttano parte delle acque del Velino.

Gli invasi sul Tevere

Tra i maggiori interventi realizzati in Umbria, anche per le positive ripercussioni che hanno avuto sull'economia non solo locale, sono fondamentali quelli realizzati lungo l'asta del Tevere, non soltanto per approvvigionamenti energetici, ma anche con la chiara funzione di modulatori delle piene necessari per evitare inondazioni che, sempre più spesso, stanno interessando il nostro territorio nazionale. Alla fine degli anni '50, infatti, furono realizzati alcuni invasi proprio allo scopo di regolare le piene del fiume e produrre energia idroelettrica. In ambito umbro, in particolare, ricadono i laghi complementari di Corbara e Alviano. Il primo, realizzato dalla Società Idroelettrica Tevere (SIT) insieme alle Società ACEA e Terni tra il 1958 ed il 1962, alimenta la centrale di Baschi (86 MW) che, nel 1962, passa sotto il controllo dell'ENEL. Il lago, che prende il nome di Corbara dalla vicina frazione del comune di Orvieto, sbarrato da una diga di 641 metri in calcestruzzo e terra e rinforzata, a monte, da una seconda diga aggiunta negli anni 1988-89, ha una capacità totale di 207 milioni di m³ a quota 138 m s.l.m. (massimo invaso), di cui ne sono utilizzabili 135 milioni di m³, svasando fino ad un dislivello massimo di 18 metri. Le acque, convogliate in una galleria di 4.548 m, alimentano la centrale interamente in caverna di Baschi, con un salto di oltre m 60. Le due brevi condotte forzate che si diramano direttamente dal

pozzo piezometrico, azionano 2 gruppi da 62 MW. Lo scarico, inizialmente in galleria e in seguito a pelo libero, restituisce le acque al Tevere subito a valle della località Barca di Baschi che prende il nome dal traghetto che vi operava fino agli anni '50.

Proprio questa non costante reimmissione creava forti variazioni nelle portate del fiume stesso, con conseguenti esondazioni e allagamenti. Per modulare tali rilasci della centrale, pertanto, nel 1964 si rese necessaria la costruzione di un invaso complementare, il lago di Alviano (3,84 km²), della capacità di 4 milioni di m³. Insieme alla diga, di dimensioni assai più modeste rispetto a quella di Corbara, e di fianco alle sue paratoie, fu costruita, a pelo d'acqua, una piccola centrale a portata - 2 gruppi da 6 MW -, il cui funzionamento era subordinato a quello della centrale di Baschi, e che sfrutta un salto di appena 6 metri, utilizzando un dislivello di soli 20 cm (77,50 m e 77,30 m, rispettivamente massimo e minimo invaso, dove 1 cm corrisponde all'utilizzo di 8 m³/s di acqua). Una prima porzione dell'energia prodotta viene distribuita, con una linea diretta, nel posto di teleconduzione automatizzata di Villavalle (Terni); una seconda linea reversibile è collegata con Pietrafitta e utilizzata per servizi ausiliari interni; una terza fornisce energia a tutto il Viterbese tramite la centrale di trasformazione e distribuzione di Montefiascone. Nel 2003, poi, sfruttando le acque scaricate dalla centrale di Alviano e derivandole con un apposito canale, è stato attivato un altro impianto, "Alviano 2" (2,01 MW), dalla portata media di 50 m³/s.

La realizzazione di queste due grandi opere, fortemente avversate dagli ambientalisti, sono venute a modificare radicalmente delle realtà ambientali pressoché statiche nel tempo, quali la Gola del Forello per Corbara e il vasto fondovalle tiberino per Alviano. Questi invasi, oltre che utili per la disponibilità di energia in loco, hanno, infatti, introdotto una nuova variabile positiva nell'assetto del territorio. Se per Corbara si può parlare soltanto della nascita di un nuovo ambiente, in seguito affatto o poco modificato, per Alviano, invece, si deve prendere atto del concretarsi di un evento che ha rivoluzionato con rapidità e in modo radicale l'intero territorio con risultati del tutto imprevisi, anche dal punto di vista delle ricadute sulla presenza dell'uomo. Il territorio, infatti, ha assunto velocemente i caratteri tipici di un habitat palustre divenendo, così, un importante punto di richiamo per l'avifauna sia stanziale che migratoria. Si tratta dell'Oasi di Alviano (De Santis e M.E. Sacchi de Angelis, 1993, ne esaminano le trasformazioni fisiche e umane avvenute e i riflessi sul territorio), di proprietà dell'Enel e gestita dal WWF, in cui, con una veloce successione ecologica, si è realizzato un ottimale interscambio tra mondo vegetale e mondo animale, tanto

che nel 1970 è stato inserito tra i “biotopi degni di salvaguardia” riconosciuti pure dalla Convenzione di Ramsar.

Anche lungo il Tevere si registrano centrali di portata minore: in località Mola Casanova (0,39 MW), presso Umbertide, e attiva dal 2005; a Ponte Felcino (0,8 MW), a Ponte San Giovanni (1,1 MW) e a Montemolino (1,25 MW), nel tuderte, in funzione dal 1998.

Gli invasi lungo il Topino e i suoi affluenti

Sebbene minori per portata, un accenno va rivolto agli impianti costruiti lungo il corso del fiume Topino. Attiva dagli anni Trenta del secolo scorso e protagonista di alterne vicende - l'ultima il sisma del 1997 - che ne hanno interrotto a tratti la funzionalità, a Valtopina è in funzione una centrale che alimenta la fabbrica di materiale plastico in loco e che immette in rete l'acqua nei giorni festivi (0,06 MW). Due impianti sono poi ubicati a Pontecentesimo (0,67 MW) e a San Giovanni Profiamma (0,1 MW). L'affluente Menotre, invece, registra la presenza di cinque piccoli impianti: a Rasiglia (0,12 MW), a Serrone (0,15 MW), a Scopoli (0,54 MW), a Pale (0,34 MW) e la centrale dell'Altolina (1,89 MW) costruita già nel 1898. Sfruttando le acque del Clitunno, affluente del Marroggia, è attivo poi un micro impianto in località Faustana (0,05 MW) destinato a uso privato; il torrente Scirca, invece, alimenta le centrali di Costacciaro (12 kW) - in funzione solo 7-8 mesi all'anno per il regime idrico del corso e il congelamento invernale delle acque - e di Sigillo (7 kW) che si avvale pure delle acque del fiume Sentino.

Conclusioni

La disponibilità di notevoli, e in gran parte costanti, acque fluenti ha permesso, in Umbria, la realizzazione di un sistema regionale di produzione energetica integrato e spesso reversibile. Gli invasi, così, sono stati sempre destinati a varie funzioni oltre che, naturalmente, nell'attività agricola, tanto da farne realizzare anche di artificiali che aiutassero a contrastare l'emergenza climatica della siccità.

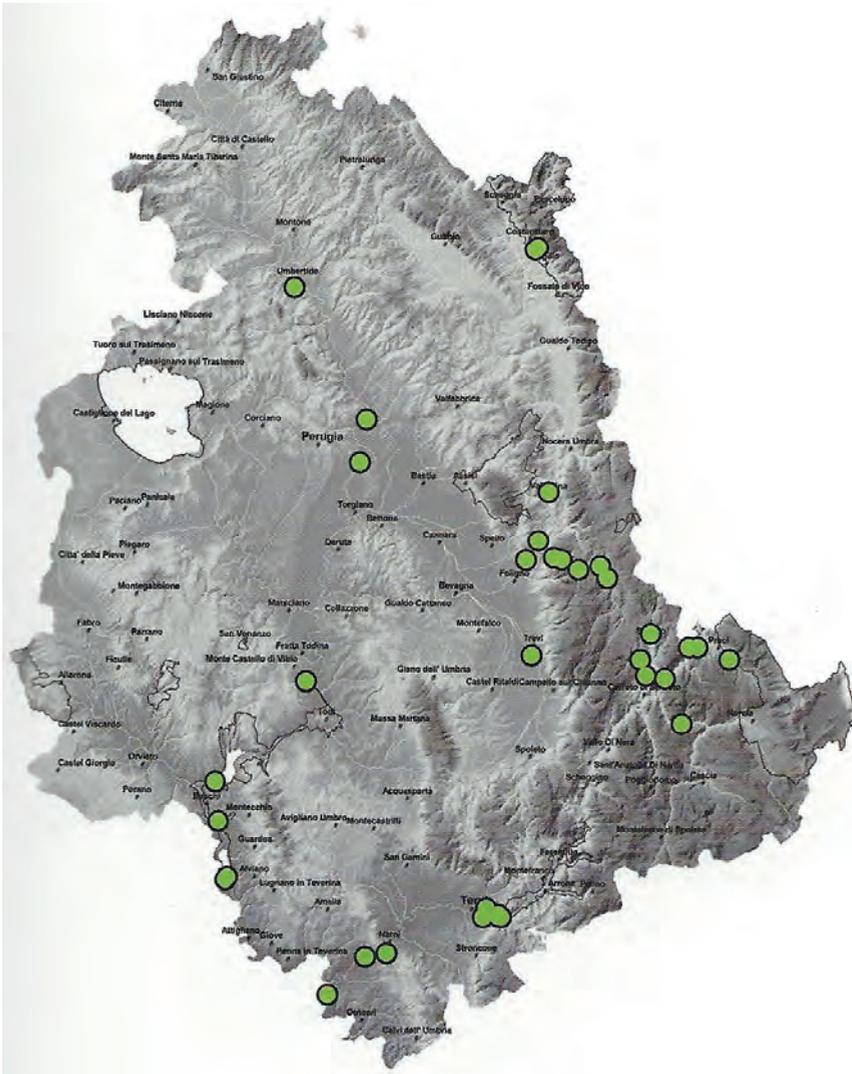
L'attenzione dei governatori regionali è poi volta da decenni alla transizione energetica: il primo Piano Energetico Regionale risale al 1983. Il 21 luglio 2004, la DCR n. 402 ha quindi approvato il nuovo PEAR cui è conseguita l'adozione della Strategia Energetico Ambientale regionale 2014-2020 (DGR n. 1281 del 9 novembre 2015), in seguito aggiornata alla luce del quadro energetico nazionale.

Sebbene oggi, in Umbria, la produzione lorda di energia sia pari a 1.626,2 Mh, l'1,4% dell'intera produzione nazionale, quella di energia idroelettrica rappresenta il 4,1% della nazionale. Addirittura, si equivalgono le energie prodotte da fonti rinnovabili e da fonti tradizionali, con la prima, però, che riesce a soddisfare il 30% del consumo regionale. L'idroelettrico è, tra le rinnovabili, la fonte certo più sfruttata per la produzione di energia, facendo registrare nel 2021 una percentuale pari al 48,2% di potenza (MW) efficiente lorda delle fonti rinnovabili rispetto ai MW di potenza efficiente lorda totale.

Il centro del Paese si colloca pressoché in linea con questo valore, facendo registrare un 45,8%, appena inferiore ai dati nazionali. È utile, però, cogliere la percentuale di potenza prodotta dalla regione Umbria in quanto supera di quasi venti punti i due parametri, segnando un 68%. Più nel dettaglio, l'idroelettrico è in grado di fruttare 540,7 MW, un valore molto interessante se si considera che, da sola, la regione raggiunge un valore pari a un terzo dell'intera potenza ottenuta nel centro Italia (1.588,8 MW). Andando ad analizzare, invece, i consumi, l'Umbria appare rispondere alle richieste di consumo di energia elettrica con una percentuale di produzione lorda di energia ricavata da fonti rinnovabili, incluso l'idroelettrico, pari al 42,6%, di sette punti superiori ai valori nazionali (35,1%) e superiore persino ai consumi registrati dalle restanti regioni del Centro Italia, di cui doppia i singoli dati medi.

Appare evidente, quindi, come la riflessione energetica non possa essere svincolata dai caratteri pedologici, climatici e ambientali che connotano il territorio. Si pensi soltanto alla Palude di Colfiorito e al Lago di Alviano individuati come "siti di importanza comunitaria e zone di protezione speciale", tanto che la prima è stata pure dichiarata "zona umida di interesse internazionale ai sensi della Convenzione di Ramsar". Le considerazioni, però, devono essere valutate nel contesto di un sistema produttivo e distributivo in grado di superare i più ristretti confini regionali. Occorre, anzi, ampliare la prospettiva ed entrare in una "valutazione di compatibilità geografica", entro cui il binomio uomo-natura, forse in questo caso società-territorio, possa superare l'immobilismo storico e mirare, finalmente, a un miglioramento della qualità di vita.

Fig. 1 - La distribuzione degli impianti idroelettrici in Umbria (da Morbidelli e Talamelli, 2012, p. 31)



BIBLIOGRAFIA

1. ANGELINI A., L'energia elettrica nello sviluppo dell'industria ternana ed al servizio del Paese, Terni, C.E.ST.R.E.S., 1985, pp. 200.
2. R. BATTISTELLA, L'Umbria e le sue ligniti, Milano, Giuffrè, 1960, pp. 167.
3. BORGAMI V., Gli impianti idroelettrici di Terni nel contesto delle forme energetiche convenzionali. Analisi ed ipotesi di sviluppo delle risorse energetiche, in "Rassegna Economica", Terni, XV (1979), pp. 11-16.
4. BRAUDEL F., *Ecrits sur l'histoire*, Parigi, Champs-Flammarion, 1969, pp. 11-13.
5. Canosci D., La qualità della vita in un comprensorio umbro ad alta densità di impianti suinicoli, in Palagiano C. e De Santis G. (a cura di), *Qualità della vita, agricoltura e degrado ambientale nel Mezzogiorno*, "Atti Terzo Seminario Internazionale di Geografia Medica (Cassino 10-12 giugno 1988)", Perugia, Ed. Rux, 1989, pp. 157-162.
6. De Santis G., *Vie di comunicazione terrestri e ambiente in Italia*, in Santoro Lezzi C. (a cura di), *Ambiente. Nuova cultura, nuova economia*, Bologna, Pàtron, 1991, pp.87-96.
7. De Santis G. e Sacchi de Angelis M.E., *La Media Valle del Tevere, l'Amerino e l'Orvietano*, in "La rioccupazione degli spazi rurali. Mutamenti recenti e tendenze in atto. Itinerari della XLV Escursione Geografica Interuniversitaria", in "Quaderni Istituto Policattedra di Geografia - Università degli Studi di Perugia", 14 (1992), pp. 7-40.
8. DE SANTIS G., *L'Umbria tra centralità e marginalità. Relazione introduttiva*, in G. De Santis (a cura di), *L'Umbria tra marginalità e centralità*, in "Geotema", Bologna, Pàtron 2017, pp. 8-19.
9. DE SANTIS G., *Acque e territorio in Valnerina*, in M. Arca Petrucci e C. Cerreti (a cura di), *Per una geografia della Valnerina. Pratiche e linguaggi del processo di territorializzazione*, Roma, Gangemi, 2019, pp. 153-169.
10. DE SETA C., *Resistenze e permanenze delle strutture territoriali: questioni di dettaglio sulla lunga durata*, in "Storia d'Italia, Annali, Insediamento e territorio", Torino, Einaudi, 1985, pp. 691.
11. ENEL, *Studio di un sistema di progetti di tipo turistico-paesaggistico da svilupparsi nell'area di Pietrafitta (Piegara-PG). Ipotesi progettuale*, a cura dell'Ufficio per i Rapporti con le Regioni e gli Enti Locali, aprile 1987, datt. pp. 37.
12. MORBIDELLI, R. e TALAMELLI, M., *L'Umbria degli impianti idroelettrici*, Perugia, Quattro Emme, 2012, pp. 213.
13. REGIONE UMBRIA, *Piano energetico regionale*, Bollettino Ufficiale, suppl. ordinario n. 14 del 23.2.1983.
14. REGIONE UMBRIA, *Piano Urbanistico Territoriale*, Perugia, 1983.
15. REGIONE UMBRIA, *Atti del Convegno "Energia rinnovabile. Proposte per l'Umbria"*, Perugia, 1983, pp. 259.
16. REGIONE UMBRIA, *Nuovo piano energetico regionale*, Bollettino Ufficiale, suppl. ordinario n. 10 del 7.3.1990.
17. SPINELLI G., *I problemi dell'energia*, in VALUSSI G., *L'Italia geoeconomica*, Torino, UTET, 1987, pp. 174-222.
18. URBANELLA E., *L'energia per la vita dell'Umbria*, in "Nuova Economia", XCII (1981), pp. 21-24.

SITOGRAFIA

ARPA Umbria, *La tipizzazione dei laghi e degli invasi della Regione Umbria ai sensi della Direttiva 2000/60/CE*, <https://www.arpa.umbria.it/MC-API/Risorse/StreamRisorsa.aspx?guid=cf2dd12f-e906-40c6-b97d-8d58d626fbcb>.

COMUNITÀ ENERGETICHE RINNOVABILI

Ilaria Pigliatile

Ricercatrice presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia

Elena Tarpani

Dottoranda presso CIRIAF - Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento e sull'Ambiente "Mauro Felli"

Anna Laura Pisello

Professore Associato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia

Introduzione, transizione energetica e comunità energetiche

Il continuo aumento delle emissioni di gas climalteranti in atmosfera, legate ad attività di natura antropica, e i livelli di riscaldamento globale già raggiunti, richiedono con sempre maggior urgenza un cambio di paradigma nella produzione e gestione della risorsa energetica. La generazione di energia da combustibili fossili tradizionali è responsabile, infatti, di quasi due terzi delle emissioni globali di gas serra ai quali è riconosciuto un ruolo fondamentale nel cambiamento climatico in atto (Manabe, 2019). L'instabilità del quadro geo-politico internazionale ha inoltre dimostrato in più occasioni di poter significativamente compromettere i mercati energetici accrescendo la vulnerabilità soprattutto di quei paesi fortemente dipendenti dall'importazione dei vettori energetici. Sempre più spesso si fa quindi riferimento alla transizione energetica come ad un processo imprescindibile per l'affermazione di un modello di sviluppo sostenibile per il pianeta in grado anche di salvaguardare la sicurezza energetica delle comunità se accompagnata da una mirata trasformazione delle infrastrutture. La locuzione transizione energetica comprende

infatti l'importante obiettivo di decarbonizzazione della produzione di energia, ma va oltre all'aspetto di mera generazione. Lato consumatore, ad esempio, un aspetto significativo della transizione riguarda l'elettrificazione dei consumi così da poter sfruttare maggiormente la produzione di energia da Fonti Energetiche Rinnovabili (FER) disponibili localmente. Facendo quindi particolare riferimento all'energia elettrica (l'unica forma energetica trattata in questo contributo), il processo di transizione da molti auspicato richiede una strutturale trasformazione di tutti gli aspetti della filiera energetica: dalla produzione al consumo, passando per i processi di trasmissione e distribuzione. Alla luce di tutto ciò, l'attuazione della transizione energetica passa anche da una inevitabile e significativa rimodulazione del mercato dell'energia e richiede una società il più possibile consapevole dell'impatto ambientale associato alle proprie scelte di consumo e approvvigionamento energetico e pronta ad assorbire il nuovo modello di mercato.

In sintesi, la transizione energetica richiede di affrontare un cambiamento importante su più piani, ovvero: (I) tecnologico, (II) dei mercati, e (III) sociale. In questo quadro si inseriscono perfettamente le comunità energetiche, ovvero associazioni tra enti, sia privati che pubblici, e/o singoli cittadini aventi l'obiettivo di realizzare sistemi virtuosi di produzione, autoconsumo e condivisione di energia proveniente da fonti rinnovabili. Queste nuove riconosciute forme di aggregazione hanno infatti la peculiarità di poter promuovere la transizione energetica andando ad agire su tutti i piani indicati. In particolare, il modello di gestione dell'energia sotteso alle comunità energetiche prevede l'installazione di impianti FER di taglia medio-piccola, a supporto del modello di generazione distribuita dell'energia in opposizione al più classico modello di generazione centralizzata (Urishev, 2019). Un'efficiente condivisione dell'energia richiede inoltre l'installazione di nuove infrastrutture per il monitoraggio e la contabilizzazione dei flussi energetici associati a qualsiasi punto di distribuzione (POD - Point of Delivery) della rete e servizi di supporto dedicati per la visualizzazione di tali flussi.

Il presente capitolo vuole quindi fare chiarezza rispetto ai diversi elementi tecnici fondanti per una comunità energetica ed ai benefici ambientali ed economico-sociali ottenibili dalle comunità coinvolte a partire dalla presentazione di alcuni casi virtuosi nel contesto nazionale e regionale. Questo percorso non può però prescindere da un inquadramento dettagliato di queste comunità all'interno della normativa europea e nazionale, oggetto delle seguenti sezioni di approfondimento.

Quadro normativo europeo

Alla luce delle recenti crisi climatica ed energetica, l'Unione Europea (UE) ha deciso di reagire puntando ad assumere un ruolo di riferimento nel panorama internazionale per quanto riguarda la messa a terra di un efficace transizione energetica dell'intero continente: l'obiettivo di lungo termine è il raggiungimento della neutralità climatica entro il 2050. Un'importante spinta verso questa direzione è stata data con l'approvazione del Green Deal europeo e le successive misure quali il pacchetto Fit-to-55 ed il piano di ripresa economica (Recovery plan) sviluppato a seguito della crisi sanitaria. In particolare, il Green Deal europeo mira a trasformare le sfide associate alla crisi climatica in opportunità, puntando a separare la crescita economica degli Stati Membri dell'Unione dallo sfruttamento delle risorse fossili aumentando, quindi, la produzione di energia rinnovabile. In questa prospettiva, l'obiettivo di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra è stato aumentato fino al 55% entro il 2030 nel pacchetto Fit-to-55. Nello stesso contesto e in risposta alle perturbazioni del mercato energetico dovute all'invasione russa dell'Ucraina, la Commissione europea ha presentato il piano REPowerEU a sostegno degli interventi di risparmio energetico e di produzione di energia pulita con l'ulteriore obiettivo di ridurre la dipendenza dell'Unione dalla Russia proprio in termini di approvvigionamento energetico.

Tutte queste misure hanno quindi lo scopo di indirizzare le economie degli Stati Membri, con particolare riferimento a settori strategici quali i trasporti, l'agricoltura, e le costruzioni, verso lo sviluppo di tecnologie e filiere produttive basate sullo sfruttamento di energia pulita. L'innovazione tecnologica non è però sufficiente per poter intraprendere la transizione energetica (Kropp, Ley, Ottenburger, & Ufer, 2021; Schönwälder, 2021). I singoli cittadini e le comunità locali devono poter svolgere un ruolo attivo nel processo acquisendo consapevolezza circa l'impatto ambientale delle proprie azioni e dei propri comportamenti (Caramizaru & Uihlein, 2020). Questo aspetto è ben chiaro al legislatore europeo sin dalla messa a punto del pacchetto Clean energy for all Europeans, adottato nel 2019 e di cui fanno parte, tra le altre, le direttive sulla prestazione energetica nell'edilizia (Energy Performance of Buildings Directive - EPBD), sulle energie rinnovabili (Renewable Energy Directive - RED), e le nuove norme per il mercato europeo dell'energia elettrica (Electricity Market Design - EMD, (UE) 2019/944). Le comunità energetiche fanno il loro ingresso nel quadro

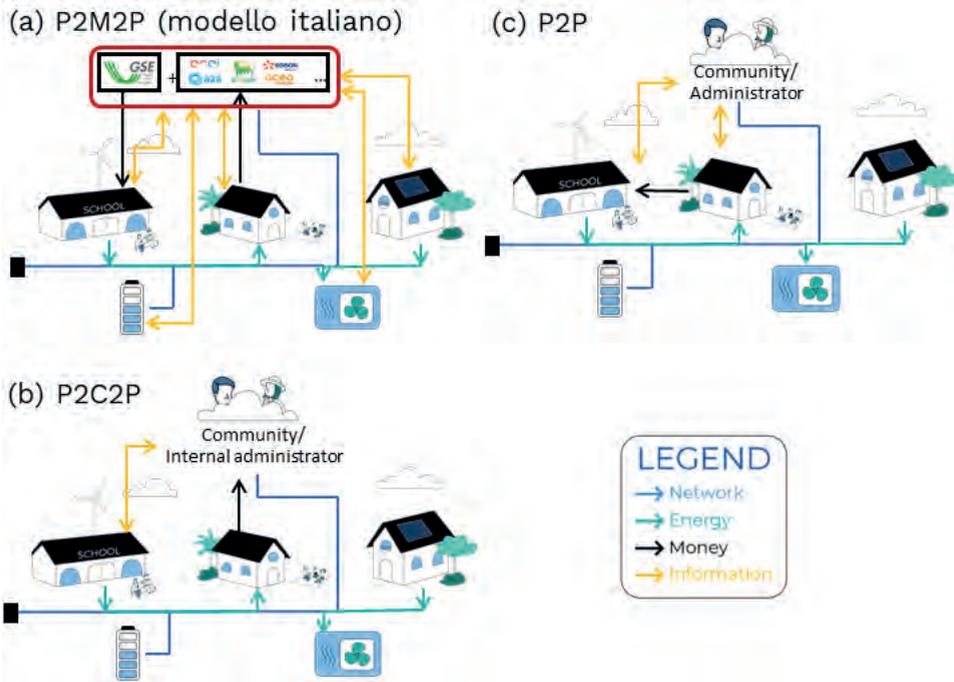
normativo europeo proprio all'interno di questo pacchetto. Più specificamente, la direttiva sulle norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica (IEMD) prevede la partecipazione attiva dei consumatori, sia individualmente che attraverso le comunità energetiche dei cittadini, in tutti i mercati, generando consumo, condivisione o vendita di energia elettrica, o fornendo servizi di flessibilità quali lo stoccaggio di energia o il Demand-Response (DR). Inoltre, la revisione della direttiva sulle energie rinnovabili (RED II - DIRETTIVA (UE) 2018/2001) rafforza il ruolo degli autoconsumi delle energie rinnovabili e delle comunità di energia rinnovabili. Le due direttive citate introducono quindi due forme di comunità energetiche: Citizens energy communities (Comunità energetiche di cittadini, CEC), definite nella direttiva IEMD, e le Renewable energy communities (Comunità energetiche rinnovabili, CER), definite nella direttiva RED II. Queste due forme di comunità energetiche sono accomunate dall'essere entità legalmente riconosciute basate su partecipazione aperta e volontaria di soci, membri o azionisti, che possono essere persone fisiche, autorità locali (comprese le municipalità), o piccole-medie imprese (PMI), e dallo scopo principale di fornire benefici a livello ambientale, economico e sociale ai propri membri e alle aree in cui operano, portando in secondo piano la generazione di profitti puramente finanziari. CEC e CER però si distinguono per le caratteristiche presentate a seguire:

- una CEC può impegnarsi nella generazione, anche da fonti rinnovabili, distribuzione, fornitura, consumo, aggregazione, stoccaggio di energia, e/o nella fornitura di servizi di efficienza energetica, di ricarica per veicoli elettrici, o di servizi energetici di altro tipo per i propri membri;
- una CER prevede la partecipazione di membri che si trovano in prossimità della fonte di energia rinnovabile.

La diffusione di queste forme di comunità energetiche nel territorio dell'Unione consentirebbe il diretto coinvolgimento dei cittadini nel mercato dell'energia andando a responsabilizzare i consumatori ai quali viene riconosciuta la possibilità di divenire prosumer ovvero anche produttori di energia grazie a sistemi di generazione di proprietà collegati alla rete di distribuzione. Nel caso delle CER si vuole inoltre stimolare la produzione di energia da FER aumentando anche l'accettabilità sociale dei nuovi impianti e mobilitando capitali privati (Wolsink, 2020). Queste comunità rappresentano quindi un'opportunità per sfruttare al meglio l'energia disponibile localmente la cui condivisione tra i

membri della CER è ottimizzata attraverso servizi di efficienza energetica basati su infrastrutture digitali (Biswas, et al., 2022), avendo infine la possibilità di ridurre il consumo energetico complessivo della comunità e di prevenire lo squilibrio della rete elettrica (Duch-Brown & Rossetti, 2020). Non da ultimo, le comunità energetiche stanno assumendo un ruolo principe nella lotta alla povertà energetica dal momento che garantiscono la possibilità di accedere all'energia con prezzi altamente competitivi grazie all'implementazione di modelli peer-to-peer (P2P) di vendita dell'energia. Queste nuove forme di condivisione dell'energia, prodotta e consumata localmente da attori che non fanno della vendita di energia elettrica la propria fonte di reddito principale, si riflette infatti anche in un cambiamento del mercato dell'energia. Il P2P è un meccanismo di vendita e pagamento decentralizzato, in cui non rientrano la maggior parte dei costi di trasmissione e che quindi consente ai prosumer di vendere l'energia con un profitto maggiore rispetto alla vendita alla rete, come avviene attualmente, e ai consumatori di risparmiare sui costi (Soto, Bosman, Wollega, & Leon-Salas, 2021). Il P2P rende quindi più attraente il ruolo dei prosumer che possono così scegliere autonomamente i parametri di scambio energetico, e conviene anche ai consumatori della comunità che possono acquistare elettricità a basso costo dal loro vicino (Tushar, et al., 2021). Affinché questa forma di vendita possa pienamente realizzarsi è però necessario un ecosistema favorevole che non impedisca gli scambi diretti tra pari, come invece previsto nella maggior parte delle normative degli stati membri dell'Unione, inclusa quella italiana. Le microgrid (o microreti) sono importanti facilitatori dei mercati P2P così come lo sviluppo di piattaforme digitali dedicate all'abilitazione di servizi di tracciamento delle transizioni basati sulla blockchain. In attesa di un pieno adeguamento del mercato energetico al modello P2P, sono state definite altre forme di compravendita dell'energia relativamente alle comunità energetiche ad ai propri membri: la peer-to-community-to-peer (P2C2P) e la peer-to-market-to-peer (P2M2P). Gli schemi di Figura 1 riassumono i flussi di energia, informazione, e denaro alla base dei tre diversi meccanismi individuati.

Fig. 1 - Flussi energetici, di informazioni, e di denaro nei tre modelli di compra-vendita dell'energia possibili per una comunità energetica: (a) peer-to-market-to-peer, (b) peer-to-community-to-peer, (c) peer-to-peer



Quadro normativo nazionale

Ad oggi, i diversi stati membri dell'Unione presentano differenti livelli di trasposizione delle direttive comunitarie precedentemente presentate nel proprio ordinamento, anche a causa di differenti livelli di maturazione tecnologica e sociale sul tema energetico (Tarpani, et al., 2022). L'Italia è stato uno tra gli ultimi paesi ad intraprendere un percorso di trasposizione delle direttive relative alla definizione delle comunità energetiche. Queste sono state infatti introdotte con il Decreto Millepogge pubblicato in data 30 dicembre 2019 (DL n. 162), convertito in legge il 28 febbraio 2020 (Legge n. 8). Questa data inaugura la fase sperimentale di introduzione delle comunità energetiche nel quadro normativo italiano. La legge infatti definisce giuridicamente queste comunità attraverso l'art. 42-bis, che specifica i due possibili schemi di condivisione dell'energia da FER realizzabili in Italia: autoconsumo collettivo e comunità energetiche rinnovabili (CER). Prendendo quindi a riferimento i principi delineati dalla RED II, la legge italiana definisce le specificità dei due sistemi

e, per quanto riguarda le CER, pone dei limiti di scala specificando che i membri di una stessa CER debbano essere collegati alla stessa cabina secondaria di trasformazione MT/BT, ed imponendo un limite per la massima potenza incentivabile per ogni sistema di generazione a base FER facente parte di una stessa CER pari a 200 kWp. L'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA) ha quindi disciplinato le modalità di gestione economica dell'energia condivisa, sia nell'ambito di comunità di energia rinnovabile che nei gruppi di autoconsumatori, con la propria delibera 318/2020/R/EEL. La citata delibera di ARERA stabilisce i requisiti per l'accesso al servizio di valorizzazione e incentivazione dell'energia elettrica condivisa erogato dal Gestore dei Servizi Energetici (GSE). Tramite il Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico emanato il 16 settembre 2020 vengono infine stabilite le tariffe incentivanti per la remunerazione dell'energia prodotta dagli impianti FER inseriti nelle configurazioni dell'autoconsumo collettivo e nelle CER e che risulti condivisa così come limiti e le modalità per la valorizzazione della stessa energia: la tariffa incentivante, erogata in forma di tariffa premio per 20 anni, è pari a 100 €/MWh nel caso in cui l'impianto faccia parte di una configurazione di autoconsumo collettivo e a 110 €/MWh nel caso in cui l'impianto faccia parte di una CER.

BOX DI APPROFONDIMENTO 1: DEFINIZIONI

ENERGIA ELETTRICA CONDIVISA: minimo orario tra la somma dell'energia elettrica effettivamente immessa e la somma dell'energia elettrica prelevata per il tramite dei punti di connessione (Point of Delivery - POD) che rilevano ai fini di un gruppo di autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente o di una comunità di energia rinnovabile.

GRUPPO DI AUTOCONSUMATORI DI ENERGIA RINNOVABILE CHE AGISCONO COLLETTIVAMENTE: un gruppo di almeno due autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente e che si trovano nello stesso condominio o edificio.

COMUNITÀ DI ENERGIA RINNOVABILE: soggetto giuridico che (i) si basa sulla partecipazione aperta e volontaria, è autonomo ed è effettivamente controllato da azionisti o membri che sono situati nelle vicinanze degli impianti di produzione detenuti dalla comunità di energia rinnovabile; (ii) i cui azionisti o membri sono persone fisiche, piccole e medie imprese (PMI), enti territoriali o autorità locali, comprese le amministrazioni comunali, a condizione che, per le imprese private, la partecipazione alla comunità di energia rinnovabile non costituisca l'attività commerciale e/o industriale principale; (iii) il cui obiettivo principale è fornire benefici ambientali, economici o sociali a livello di comunità ai propri azionisti o membri o alle aree locali in cui opera, piuttosto che profitti finanziari.

Quanto presentato è quindi il quadro normativo che ha introdotto le CER in Italia in una prima fase sperimentale. Ad oggi (maggio 2023), per quanto l'incentivazione sull'energia condivisa sia la stessa appena presentata, sono stati fatti degli ulteriori passi avanti a livello normativo per traghettare il contesto italiano dalla fase sperimentale al completo recepimento delle succitate direttive RED II e IEMD. Il Decreto Legislativo n. 199 del 8 novembre 2021 è quindi la principale norma di riferimento per le CER in Italia e, rispetto a quanto stabilito nella precedente L.8/2020, (i) estende i limiti geografici delle CER, imponendo che i membri di una stessa comunità debbano appartenere ad una porzione di rete elettrica sottesa alla medesima cabina primaria di trasformazione AT/MT, (ii) aumenta la taglia massima di ciascun impianto incentivabile in quanto facente parte di una CER a 1000 kWp (1 MWp), e prevede la possibilità di incentivare l'energia condivisa anche se proveniente da impianti entrati in esercizio prima del 15 dicembre 2021 purché questi non coprano più del 30% della potenza detenuta dall'intera CER. Le principali differenze sono riassunte in Tabella 1.

Tab. 1 - Confronto tra le caratteristiche di una CER in Italia come definite nella fase sperimentale e a valle del completo recepimento della RED II

	D.L.162/2019 art.42 FASE SPERIMENTALE	D.Lgs.199/2021 RECEPIMENTO DEFINITIVO RED II
Massima taglia impianto	200 kWp	1000 kWp (1MWp)
Estensione territoriale	Membri che sottendono alla stessa cabina secondaria di trasformazione MT/BT	Membri che sottendono alla stessa cabina primaria di trasformazione AT/MT
Anno di realizzazione impianti	Possono accedere solo i nuovi impianti o potenziamenti entrati in esercizio dal 1° marzo 2020	Possono accedere impianti nuovi o potenziamenti entrati in esercizio dopo il 15 Dicembre 2021. Inoltre le CER possono detenere impianti esistenti fino al 30% della Potenza detenuta

In data 27 dicembre 2022, ARERA ha adottato la Delibera n. 727 di approvazione del Testo Integrato Autoconsumo Diffuso (TIAD), entrato in vigore il 1° marzo 2023, avente per oggetto aspetti definitivi e ulteriori elementi attinenti all'erogazione degli incentivi per le configurazioni di autoconsumo collettivo e CER. Infine, a febbraio 2023 è stata inviata alla Commissione Europea la proposta di decreto attuativo recante precisazioni circa gli incentivi associate a queste nuove forme di autoconsumo di energia da FAR predisposta dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE).

Comunità energetiche in Italia, alcuni esempi di buone pratiche

COMUNITÀ ENERGETICA VITULANO (prima qualificata da GSE, Marzo 2022)	
Soggetti promotori	Comune di Vitulano Società locale di consulenza Partner tecnico
Obiettivo	Favorire l'economia del territorio attraverso la collaborazione tra enti pubblici e privati favorendo la transizione energetica e l'incremento del benessere ambientale dei cittadini e delle comunità locali
Forma giuridica scelta	Associazione non riconosciuta
COMUNITÀ ENERGETICA VALDARNO	
Soggetti promotori	Comune di Montevarchi
Obiettivo	Attraverso l'utilizzo degli edifici istituzionali e scolastici, si favorirà un'autoproduzione di energia che permetterà di abbassare le bollette delle aziende e dei cittadini che decideranno di aderire alla società consortile senza alcun investimento iniziale, promuovendo contemporaneamente un messaggio ambientale, sociale, e culturale.
Forma giuridica scelta	Società consortile (progetto messo a bando sfruttando lo strumento giuridico del Partenariato Pubblico-Privato, PPP)

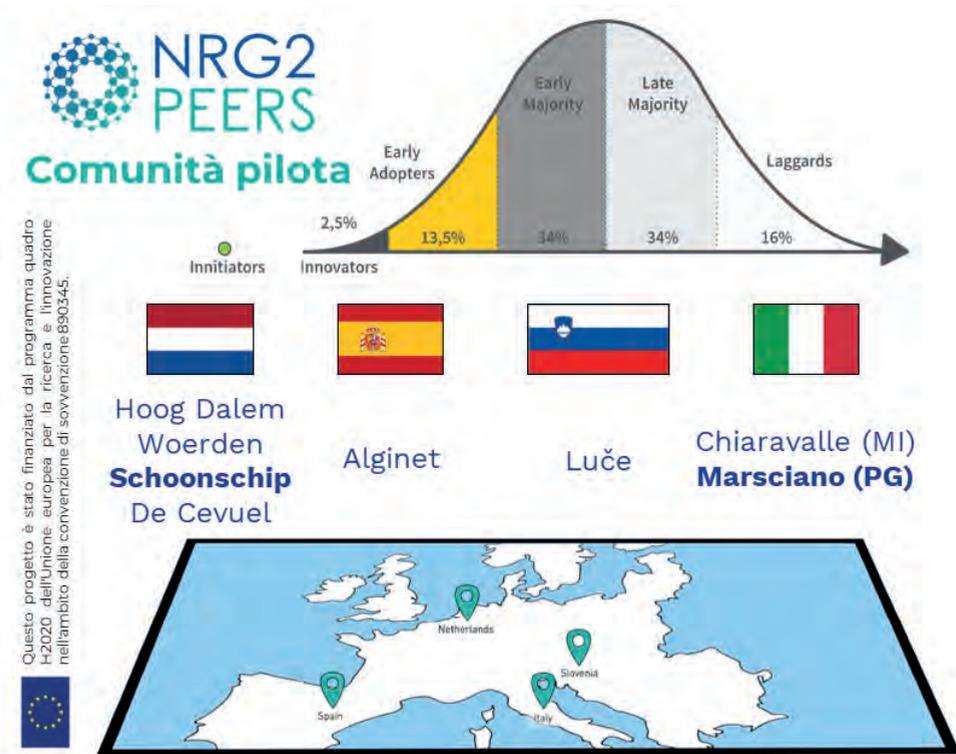
COMUNITÀ ENERGETICA CommOn Light	
Soggetti promotori	Comune di Ferla collaborazione con Università di Catania
Obiettivo	Favorire la transizione energetica e creare nuovi modelli di partecipazione e sviluppo locale
Forma giuridica scelta	Associazione non riconosciuta
COMUNITÀ ENERGETICA Valli Maira e Grana (CEVMG)	
Soggetti promotori	Ufficio di coordinamento Comitato di Pilotaggio
Obiettivo	Gestire tutte le forniture energetiche degli enti pubblici sottesi alla CEVMG in un unico punto, razionalizzandone consumi e gestione
Forma giuridica scelta	Associazione temporanea di scopo (modello tipico di coordinamento tra Enti, idoneo per quest'iniziativa che vede coinvolti 21 Comuni quali membri della CER)

Comunità energetiche in Umbria, la comunità di Marsciano

Formalmente riconosciuta dal GSE nel luglio 2022, la comunità energetica di Marsciano fa parte dei casi studio del progetto “NRG2peers - Towards a new generation of EU peer-to-peer Energy Communities facilitated by a gamified platform and empowered by user-centred energy trading mechanisms and business models”, finanziato dal programma quadro H2020 dell’UE per la ricerca e l’innovazione (GA 890345), il quale promuove lo sviluppo delle comunità energetiche peer-to-peer attraverso lo sviluppo di strumenti digitali dedicati al coinvolgimento della popolazione ed alla diffusione di buone pratiche.

Adottando una prospettiva comunitaria, il progetto comprende casi studio dislocati in diverse nazioni europee, quali Olanda, Spagna, Svezia e Italia, tra loro distinte per livello di implementazione di queste nuove forme di organizzazione riconosciute cercando di individuare criticità e potenzialità di ogni ecosistema (Fig. 1). Un approfondimento riguardante il confronto tra una delle comunità prese in esame dal progetto in Olanda e la comunità italiana di Marsciano è dato nel box di approfondimento 2.

Fig. 2 - Distribuzione geografica delle comunità energetiche pilota del progetto europeo “NRG2peers”



Entrando nel dettaglio della CER umbra, questa si trova nell'area industriale del comune di Marsciano, a circa 25 km da Perugia. La CER di Marsciano è attualmente costituita da quattro membri (uno studio ingegneristico, un caseificio, un centro medico, ed un'utenza privata) localizzati in due palazzine tra loro adiacenti. Si tratta quindi di una tra le prime CER ad iniziativa interamente privata, in cui non hanno preso parte pubbliche amministrazioni o enti terzi ad eccezione dell'Università degli Studi di Perugia, ma con un ruolo unicamente consulenziale e di supporto rispetto al progetto della nascente comunità preliminarmente condiviso tra privati. In particolare, lo studio ingegneristico, date le intrinseche competenze tecniche, si è fatto promotore dell'iniziativa conducendo uno studio di fattibilità tecnico-economica con cui è stato valutato il tempo di ritorno dell'investimento dell'impianto da parte del prosumer ed i benefici economici ed ambientali attesi per i singoli membri e l'area su cui la CER insiste. Il proprietario della residenza privata rappresenta quindi il prosumer

della comunità, essendo proprietario dell'impianto fotovoltaico da 10 kWp che è stato messo a disposizione dell'intera comunità. Lo studio ingegneristico è invece responsabile degli aspetti gestionali avendo accesso alla piattaforma di monitoraggio dei flussi energetici, al conto corrente dell'entità legale CER, ed intrattenendo ogni necessaria interlocuzione con il GSE. L'eterogeneità della tipologia di utenza dei membri della CER rappresenta un punto di forza per questa comunità dal momento che i differenti profili di consumo suggeriscono una migliore condivisione dell'energia all'interno della comunità stessa.

BOX DI APPROFONDIMENTO 2: CER, uno sguardo europeo

Similitudini e differenze tra la comunità di Schoonschip (Olanda) e la comunità di Marsciano (Italia)

Nell'ambito del progetto europeo "NRG2peers" è stato possibile mettere a confronto i contesti normativi, tecnologici, e sociali di quattro stati membri in relazione alle neonate forme di comunità energetiche. In particolare, Olanda ed Italia sono i due paesi facenti parte del progetto rappresentativi della condizione pioneer e laggard, ovvero: (i) paesi pionieri, in cui le comunità energetiche sono state già inquadrare da tempo nel contesto nazionale con progetti pilota che ad oggi hanno già maturato un'esperienza di esercizio pluriennale; (ii) paesi ritardatari, in cui le direttive europee sono state assorbite solo recentemente e che presentano quindi un numero inferiore di casi studio, relativamente giovani per poter formulare valutazioni circa l'efficienza dell'ecosistema paese sul lungo periodo. Questa box di approfondimento vuole quindi presentare il caso studio della comunità olandese di Schoonschip in rapporto al caso studio di Marsciano presentato in sezione 3.

Schoonschip è un quartiere olandese situato in un'area residenziale a nord della città di Amsterdam. Questa realtà di comunità energetica risulta molto diversa da quella di Marsciano, poiché comprende ben 46 unità residenziali poste su 30 lotti galleggianti e conta circa 150 residenti. Rappresenta, infatti, un'area ecologicamente e socialmente sostenibile, realizzata dopo dieci anni di lavoro a partire da un progetto dei suoi residenti che hanno condiviso, sin dal principio, la visione di realizzare un quartiere residenziale galleggiante all'avanguardia in tema di sostenibilità e che facesse da pioniere per l'intera Europa. Proprio per questo, una sua peculiarità è proprio l'approccio bottom-up per cui la stessa realizzazione delle abitazioni è basata sull'iniziativa di un gruppo coeso di persone mosso da valori comuni: il senso di comunità si è poi radicato nel corso degli anni divenendo un'importante base per il successivo sviluppo energetico della comunità.

Da questa presentazione della realtà olandese si comprende come i due diversi casi studio

(Schoonschip e Marsciano) si differenzino non solo in termini di scala (numero di membri della comunità) o contesto geografico, ma anche sul piano gestionale e politico. Pur trattandosi in entrambi i casi di iniziative di privati cittadini o attività, la comunità olandese nasce sulla base di valori fortemente condivisi e da una visione di sostenibilità che ha guidato sin dall'inizio la realizzazione del quartiere. La comunità di Marsciano invece trae vantaggio dall'esperienza di uno dei propri membri che si fa promotore di questa iniziativa ed è quindi soggetto trainante e decisivo affinché l'esperienza CER venga intrapresa. Il contesto regolatorio nazionale è un ulteriore elemento distintivo per queste due comunità energetiche messe a confronto.

Schoonschip è riuscita a delinarsi in quanto CER grazie all'introduzione della persona giuridica del Project-Net all'interno del corpo normativo olandese, avvenuta grazie ad una deroga normativa (regulatory sandbox) nel periodo 2015-2018. Il Project-Net ha diritti simili a quelli poi riconosciuti nella RED-II con riferimento alle comunità energetiche: possibilità di gestire una rete elettrica privata e propri contatori per contabilizzare e fornire energia a piccole utenze. La comunità di Marsciano fa invece riferimento al mercato elettrico italiano in cui le reti di trasmissione e distribuzione sono entrambe monopolio naturale. Inoltre, la CER di Marsciano è stata fondata facendo riferimento ai limiti introdotti con la fase sperimentale di introduzione delle CER in Italia, ma in assenza di un recepimento definitivo della direttiva europea (ed una chiara definizione degli incentivi attesi per l'energia condivisa tra i membri della CER) non è stato comunque possibile affermare con certezza le proiezioni di fattibilità sulla base delle quali la stessa comunità è stata formata. Questa incertezza ovviamente può compromettere l'attrattività di un'iniziativa di questo tipo, soprattutto in assenza di una condivisione di valori comuni ai membri della CER.

Prospettive

Il presente capitolo ha voluto fornire una panoramica sulle Comunità Energetiche Rinnovabili nel contesto europeo e nazionale, inquadrandole all'interno della transizione energetica e sottolineandone la vocazione ambientale, economica e sociale a supporto di comunità e territorio. L'iter normativo che ha portato alla definizione delle CER a livello europeo e ad un completo recepimento della stessa norma a livello nazionale è ancora in fase di completamento, mancando l'approvazione della Commissione al decreto attuativo che regolerà le tariffe incentivanti per le prossime CER realizzate in Italia. Questo tassello è ovviamente fondamentale per presentare in piena trasparenza i benefici economici di cui ciascun membro potrà usufruire e realizzare dei piani di fattibilità

solidi a supporto di possibili investimenti in impianti FER. In attesa però di questo elemento, molte sono le iniziative che hanno preso vita nel territorio nazionale, in gran parte promosse da enti locali e municipalità che riconoscono nelle CER uno strumento per promuovere la produzione ed il consumo di energia pulita nel territorio, aumentare la propria autonomia di approvvigionamento energetico, e combattere la povertà energetica delle proprie popolazioni. In questo panorama assume particolare rilevanza l'iniziativa dell'Università degli Studi di Perugia che attraverso il progetto eduCER (progetto promosso dal Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento da Agenti Fisici e finanziato dalla Fondazione Perugia) ambisce a realizzare un modello di comunità sostenibile e resiliente, che tragga vantaggio dalla struttura delle CER sostenendo la transizione green anche grazie all'educazione dei cittadini, promuovendo stili di vita salutari, a ridotto impatto ambientale e di sostegno al modello di economia circolare. Il progetto eduCER vuole infatti realizzare un modello di CER centrata sulla scuola intesa sia come edificio scolastico, potenzialmente oggetto dell'installazione di impianti di generazione da FER, che come luogo di formazione dei futuri cittadini e quindi centro del cambiamento sociale necessario per l'auspicata transizione.

BIBLIOGRAFIA

1. Biswas, S., Echevarria, A., Irshad, N., Rivera-Matos, Y., Richter, J., Chhetri, N., . . . Miller, C. A. (2022). Ending the EnergyPoverty Nexus: An Ethical Imperative for Just Transitions. *Science and Engineering Ethics*, 36. doi:10.1007/s11948-022-00383-4
2. Caramizaru, A., & Uihlein, A. (2020). *Energy communities: an overview of energy and social innovation*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. doi:10.2760/180576
3. Duch-Brown, N., & Rossetti, F. (2020). Digital platforms across the European regional energy markets. *Energy Policy*, 144, 111612. doi:10.1016/j.enpol.2020.111612
4. Kropp, C., Ley, A., Ottenburger, S. S., & Ufer, U. (2021). Making intelligent cities in Europe climate-neutral: About the necessity to integrate technical and socio-cultural innovations. *TATuP*, 30(1). doi:10.14512/tatup.30.1.11
5. Manabe, S. (2019). Role of greenhouse gas in climate change. *Tellus A: Dynamic Meteorology and Oceanography*, 71(1), 1620078. doi:10.1080/16000870.2019.1620078
6. Schönwälder, G. (2021). Engaging citizens to boost climate neutrality and greater circularity: opportunities and challenges for research and innovation. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 23, 483-489. doi:10.1007/s10098-020-01902-2
7. Soto, E. A., Bosman, L. B., Wollega, E., & Leon-Salas, W. D. (2021). Peer-to-peer energy trading: A review of the literature. *Applied Energy*, 283, 116268. doi:10.1016/j.apenergy.2020.116268
8. Tarpani, E., Piselli, C., Fabiani, C., Pigliatile, I., Kingma, E. J., Pioppi, B., & Pisello, A. L. (2022). Energy Communities Implementation in the European Union: Case Studies from Pioneer and Laggard Countries. *Sustainability*, 14(19), 12528. doi:10.3390/su141912528
9. Tushar, W., Yuen, C., Saha, T. K., Morstyn, T., Chapman, A. C., Alam, M. J., . . . Poor, H. V. (2021). Peer-to-peer energy systems for connected communities: A review of recent advances and emerging challenges. *Applied Energy*, 116131. doi:10.1016/j.apenergy.2020.116131
10. Urishev, B. (2019). Decentralized Energy Systems, Based on Renewable Energy Sources. *Applied Solar Energy*, 55, 207-212. doi:10.3103/S0003701X19030101
11. Wolsink, M. (2020). Distributed energy systems as common goods: Socio-political acceptance of renewables in intelligent microgrids. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 127, 109841. doi:10.1016/j.rser.2020.109841

PER UN NUOVO PARADIGMA ENERGETICO

Stefano Gatti
Architetto - Urbanista

Tutte le energie sono uguali dal punto di vista quantitativo, cioè tutte si misurano in Joule (J), ma sono anche molto diverse dal punto di vista qualitativo; ne consegue una diversità del loro valore economico nonché dei mutamenti ambientali generati in fase di produzione.

La specificità del ciclo produttivo, non da ultimo il suo aspetto strategico nazionale, ha fatto sì che nel tempo si siano aperti diversi scenari politico-gestionali in cui si inquadra questo processo industriale di cui si considererà la produzione da fonti rinnovabili.

Dalla nazionalizzazione dell'industria elettrica dei primi anni Sessanta del secolo scorso, nata alla luce di un intenso dibattito politico tra le forze riformiste e quelle liberiste, sostanzialmente imperniato sulla diatriba su intervento dello stato/libera iniziativa, si è giunti all'attuale condizione che contempla le due possibilità del mercato libero e di quello tutelato¹.

Questa condizione apre a varie considerazioni sui modi di produrre energia e sui soggetti produttori di energia.

Lo scenario attuale vede quindi investitori di varia natura impegnati nell'attuare processi di sviluppo industriale orientati sulla capacità produttiva e sulla conseguente possibile conquista di fasce di mercato sempre più ampie.

Mail risultato più interessante di questa evoluzione del mercato, strettamente connessa al continuo sviluppo tecnologico dei sistemi di produzione, consiste nella possibilità data all'utente finale di essere non solo consumatore, ma anche produttore di energia (*prosumer*).

Tale opportunità può sembrare, a prima vista, di poco peso rispetto al fabbisogno energetico complessivo ma, se viene valutata come possibilità espressa da una collettività o da più organismi produttivi, ecco che acquisisce aspetti significativi non solo nelle quantità ma anche nel valore aggiunto, determinato dalla partecipazione democratica dei cittadini alla produzione energetica. Inoltre, in una visione di ampia scala, questa produzione collettiva si integra capillarmente con gli spazi vitali delle attività umane, siano esse urbane e/o rurali e si concretizza nelle relazioni spaziali che vengono a crearsi con il territorio, le città e gli spazi pubblici di riferimento delle collettività medesime.

Mai, come in questo periodo, si sta parlando di transizione energetica e della necessità di acquisire la massima autonomia possibile in termini di produzione di energia.

In questo dibattito, che vede rimettere tutto in gioco, addirittura riconsiderando il carbone e il nucleare, la produzione di energia nobile² viene comunque legata a processi basati su concentrazioni produttive e sulla successiva distribuzione capillare.

Ecco, questo processo andrebbe invertito, incrementando la diffusione dei piccoli impianti e limitando al massimo le grandi concentrazioni produttive.

Si tratta di cambiare la visione della produzione di energia superando l'ottica della concentrazione a favore di un modello energetico integrato con il territorio che faccia principalmente leva sull'autoproduzione da fonti rinnovabili e che sia orientato verso l'autoconsumo e la condivisione dell'energia autoprodotta.

Vedremo meglio in seguito le modalità e le possibilità, non solo in termini di produzione energetica, che possono scaturire da questa inversione dei flussi produttivi e distributivi.

Questo tipo di processo, per alcuni aspetti, in realtà è già in essere da

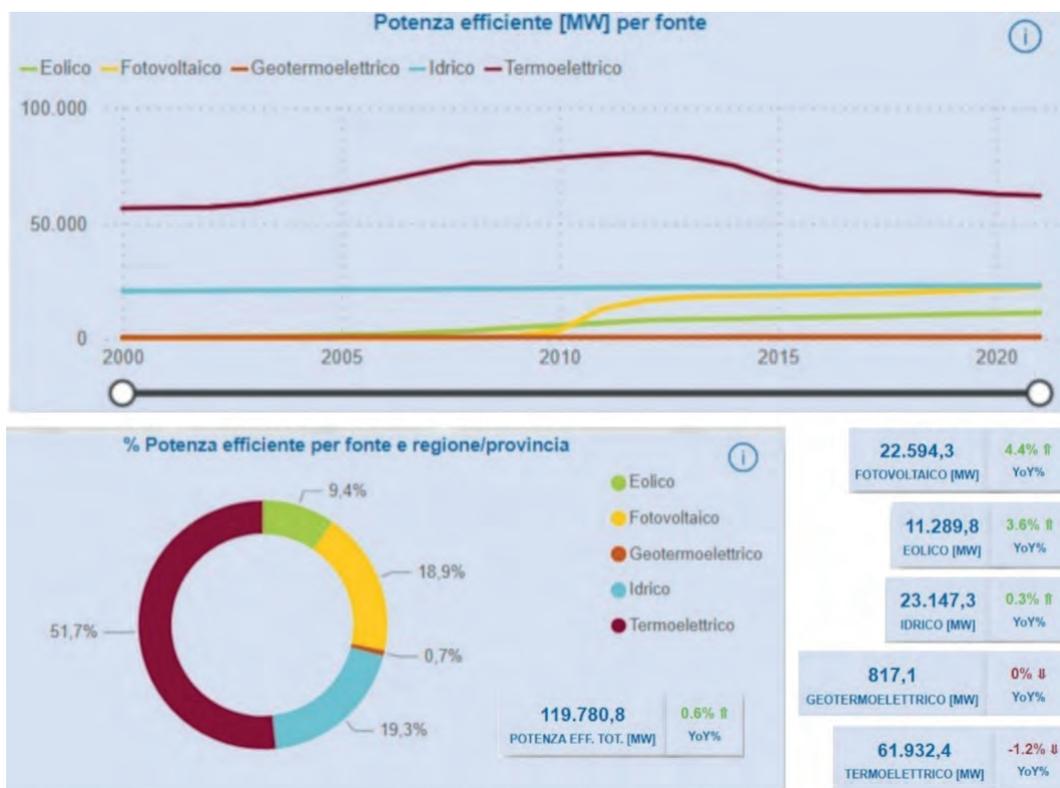
alcuni anni, ma non è strutturato e la sua gestione è una mera conseguenza delle offerte di mercato dei vari produttori, sia di energia che di tecnologia. Le cospicue incentivazioni statali basate sul prezzo d'acquisto dell'energia prodotta da FER (fonti energetiche rinnovabili) hanno contribuito, tra il 2005 e il 2013³, anche all'introduzione e alla diffusione di una rinnovata cultura energetica (vedi tab.4). Negli anni successivi le politiche incentivanti hanno virato sui costi d'impianto e il mercato di settore è diventato ancor più il protagonista, sia con offerte di tecnologia che di fornitura, dello sviluppo di questo processo, facendo leva sulla consapevolezza e/o convenienza degli utenti finali. Solo di recente (Decreto Milleproroghe n. 162 del 2019, convertito in legge nel febbraio 2020 e aggiornato nel 2021) è oggetto di contribuzione anche lo sviluppo della produzione di energia condivisa da parte delle comunità energetiche⁴.

La capacità di autoproduzione energetica dei singoli cittadini e delle comunità viene ancora poco considerata come un cospicuo apporto alla produzione complessiva di energia, è ancora inquadrata in una visione di settore avulsa dalla complessità delle attività umane, della collettività e dei singoli e viene relegata al solo "servizio di fornitura". Una visione così limitatamente settoriale non solo rallenta i processi di transizione dall'uso delle fonti fossili a quelle rinnovabili, ma limita anche lo sviluppo delle potenzialità che un sistema di produzione diffuso dell'energia può sprigionare ponendosi come uno degli elementi propositivi delle nuove configurazioni territoriali ed urbane.

Comunque, le politiche di incentivazione delle FER hanno portato al raggiungimento di risultati interessanti proprio nel peso percentuale di questo tipo di produzione rispetto a quella termoelettrica da fonti fossili, in estrema sintesi:

- La capacità complessiva degli impianti di generazione da tutte le fonti energetiche, a livello nazionale, sviluppa una potenza efficiente⁵ lorda pari a 119.780,8 MW con un apporto degli impianti di generazione da FER (eolico, fotovoltaico, geotermoelettrico, idrico, bioenergie) pari a 56.585,8 MW che incide sul totale per il 48,3%.

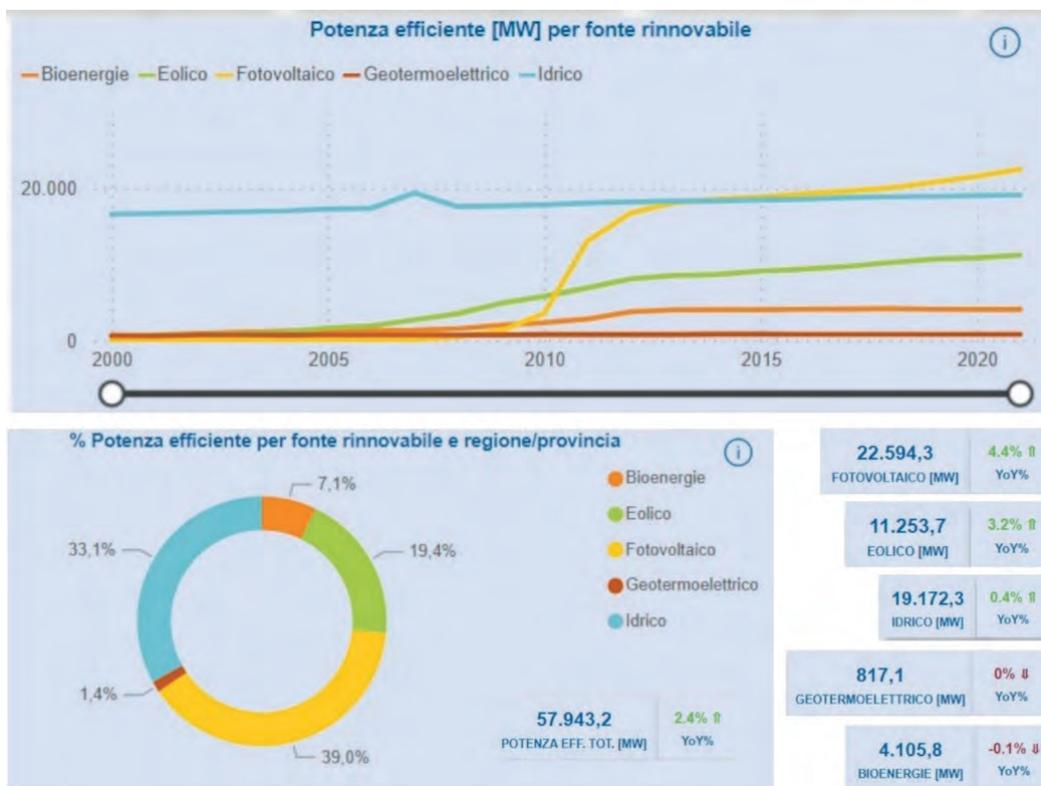
Tab. 1 - Capacità impianti di generazione - tutte le fonti energetiche - potenza efficiente lorda Nazionale al 31/12/ 2021



Fonte: Terna

- La maggior parte di questo apporto deriva dalla produzione di energia sia da impianti idroelettrici sia da impianti fotovoltaici che sviluppano, rispettivamente, una potenza di 19.105,9 MW, pari al 33,8% e di 21.650,0 MW pari al 38,3% di tutta la potenza efficiente lorda degli impianti di generazione da FER partecipandovi per il 72,1%.

Tab. 2 - Capacità impianti di generazione - fonti rinnovabili - potenza efficiente lorda nazionale al 31/12/2021

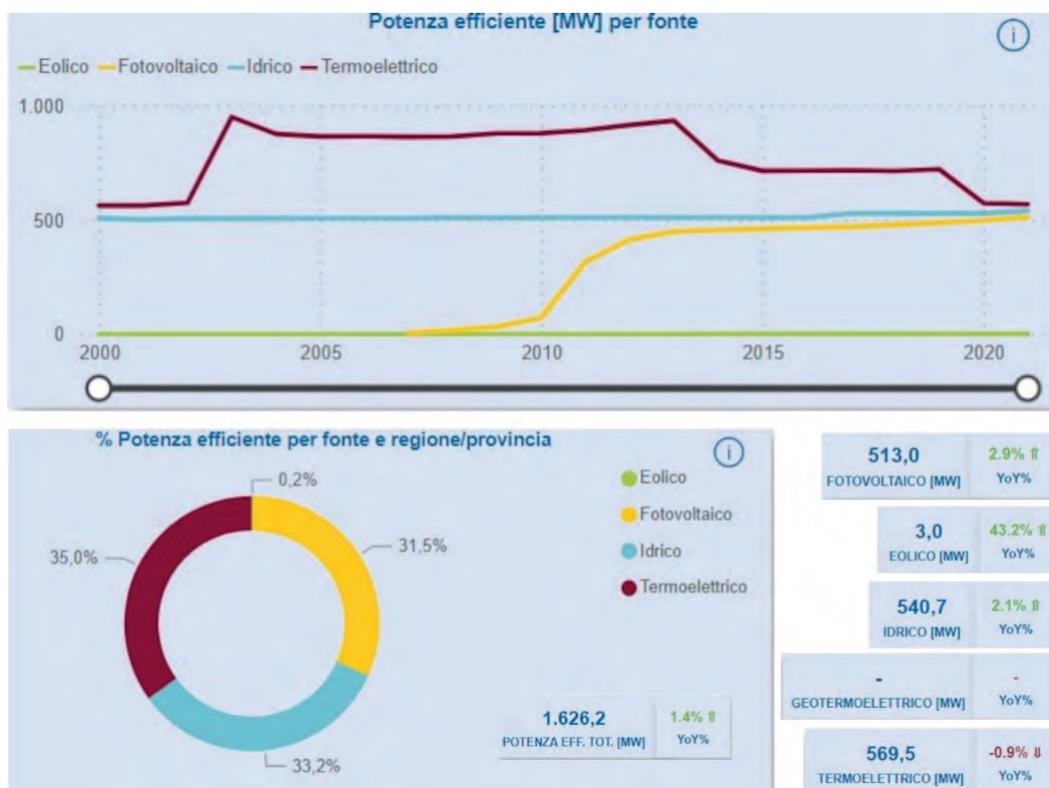


Fonte: Terna

In Umbria si riscontra una situazione più virtuosa, rispetto a quella nazionale, confrontando la produzione da termoelettrico e quella da fonti rinnovabili:

- La capacità complessiva degli impianti di generazione da tutte le fonti energetiche sviluppa una potenza efficiente lorda pari a 1.626,2 MW con un apporto degli impianti di generazione da FER (eolico, fotovoltaico, idrico, bioenergie) pari a 1.056,7 MW che incide sul totale della produzione per il 65%.

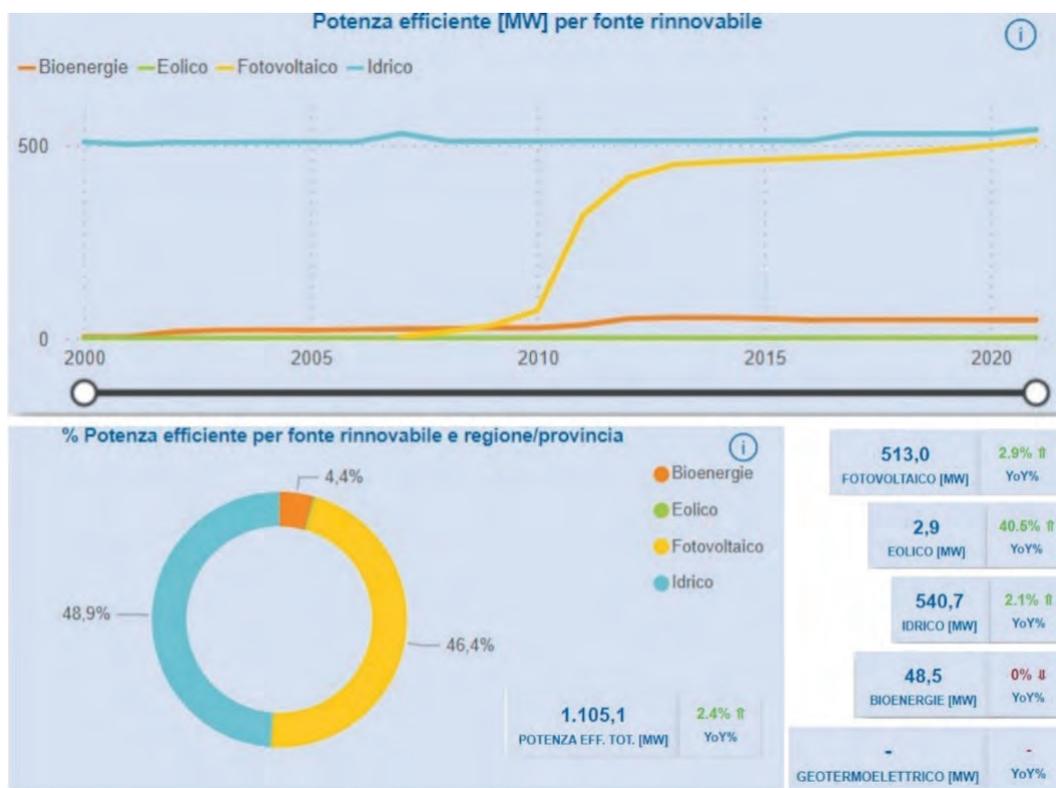
Tab. 3 - Capacità impianti di generazione - tutte le fonti energetiche - potenza efficiente lorda regione Umbria al 31/12/2021



Fonte: Terna

- La maggior parte di questo apporto di potenza deriva, quasi in egual misura, dalla generazione da impianti idroelettrici e fotovoltaici, con una modesta prevalenza dei primi. Questi, infatti, generano una potenza effettiva di 529,7 MW, pari al 49,1%, mentre gli impianti fotovoltaici sviluppano una potenza di 499,0 MW che incide per il 46,2% su tutta la potenza efficiente lorda degli impianti di generazione da FER.

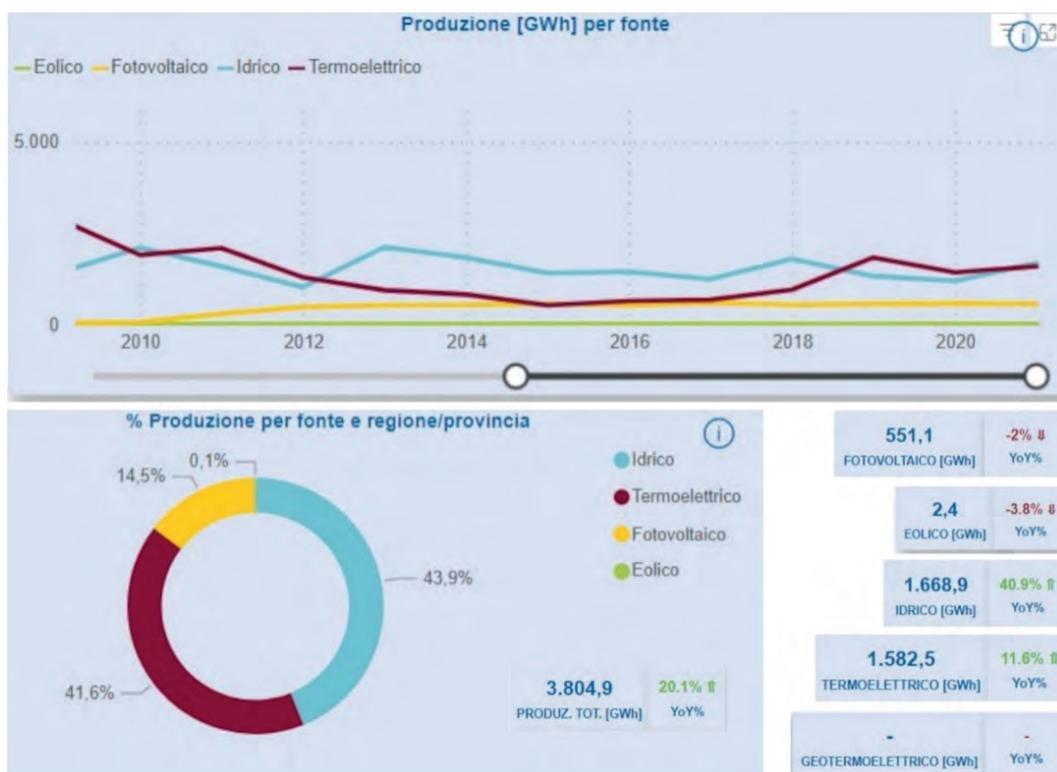
Tab. 4 - Capacità impianti di generazione - fonti energetiche rinnovabili - potenza efficiente lorda - regione Umbria al 31/12/2021



Fonte: Terna

- Questa potenzialità produttiva ha consentito alla regione di generare 3.804,9 GWh dei quali 1984,1 GWh prodotti da fonti rinnovabili pari al 58,5% di tutta la produzione (dati Terna 2021). Risulta evidente quanto sia importante il nucleo idroelettrico di Terni rispetto alla produzione complessiva da FER.

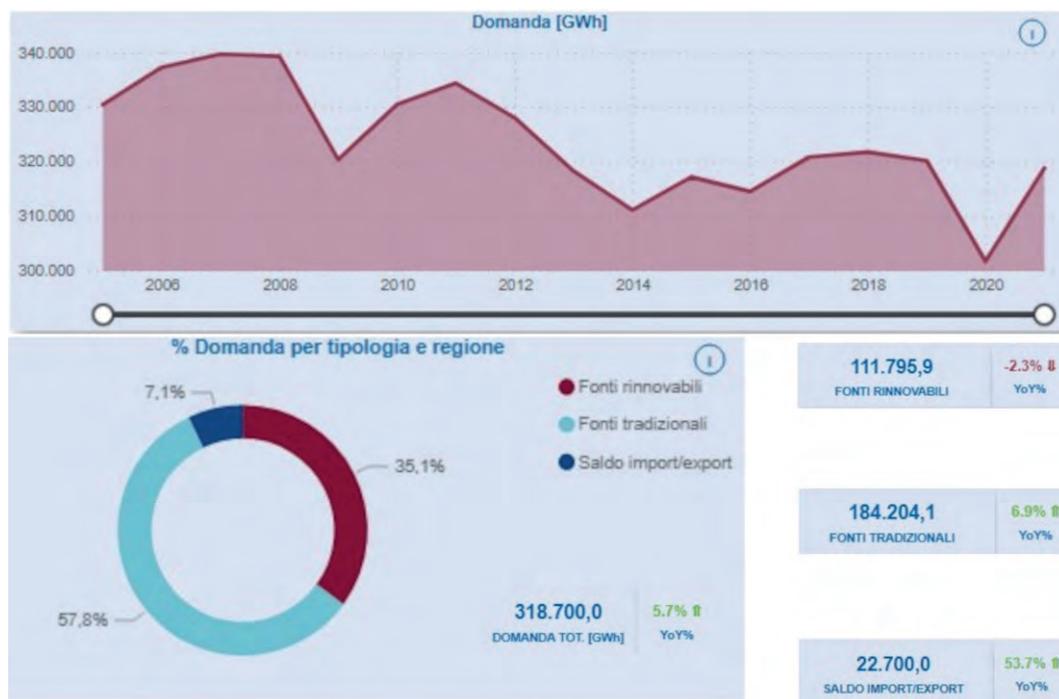
Tab. 5 - Produzione impianti di generazione - tutte le fonti energetiche – produzione lorda regione Umbria al 31/12/2021



Fonte: Terna

Volgendo lo sguardo sul fronte della domanda, possiamo rilevare una richiesta di complessivi 5.600,0 GWh dei quali per 2.353,1 GWh rivolta alle fonti rinnovabili e per 1.546,9 GWh alle fonti tradizionali con uno scarto import/export di 1.700,0 GWh. Il sistema di produzione energetico regionale consente quindi una copertura della domanda pari al 69,6% e la quota deficitaria del 30,4% viene saldata con l'importazione.

Tab. 6 - Domanda di energia elettrica per tipologia di produzione - regione Umbria - dati al 31/12/2021



Fonte: Terna

Tab. 7 - Copertura della domanda per fonte energetica - regione Umbria - dati al 31/12/2021

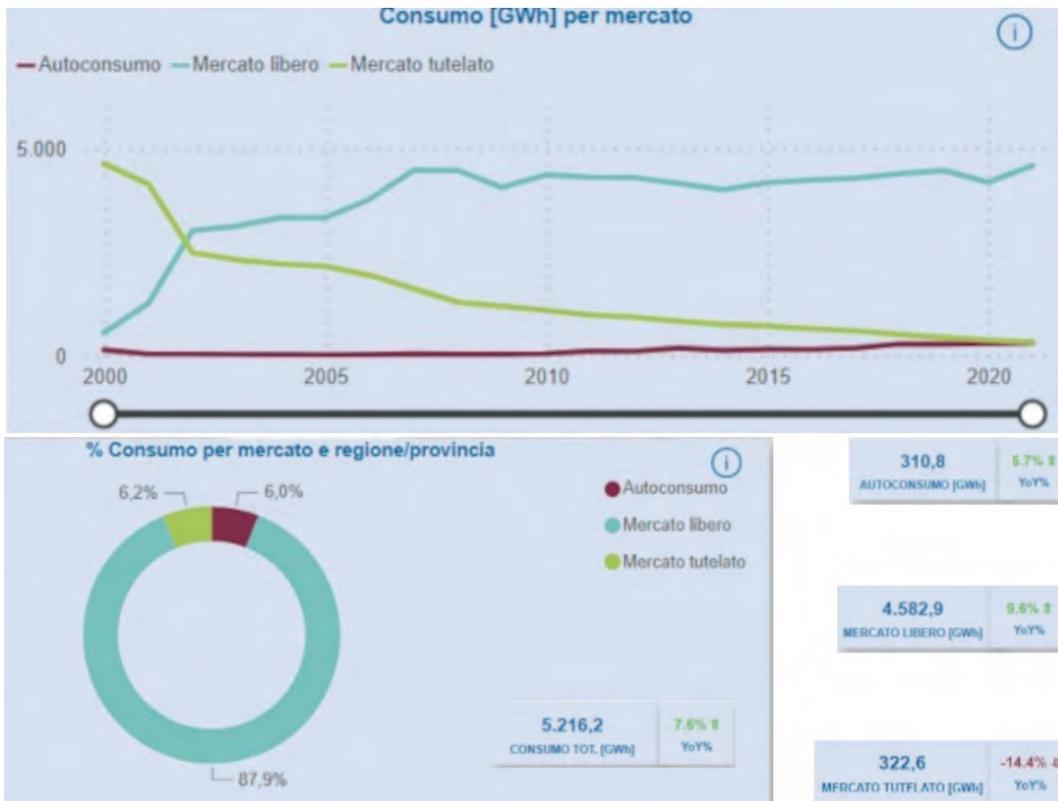


Fonte: Terna

La produzione da fotovoltaico è la più indicata per un sistema aperto in cui le comunità energetiche dovrebbero assumere un ruolo principale nella promozione e sviluppo delle reti produttive nonché nella promozione delle relazioni partecipative tra singoli cittadini, Enti territoriali e il variegato mondo degli stakeholders. Questa consente micro e piccole produzioni senza dover affrontare particolari problemi di natura tecnica e burocratica; inoltre, l'abbattimento dei costi d'impianto e l'aumento delle potenze dei moduli fotovoltaici stanno riducendo, sempre di più, i tempi di ammortamento dell'investimento.

I dati ci indicano che solamente l'8,9% della domanda regionale viene coperto da questa fonte energetica. Se leggiamo questo dato affiancandolo a quello del mercato dell'autoconsumo, pari al 6% della produzione (a livello nazionale incide per il 10%), risulta evidente quanto ampio sia lo spazio per lo sviluppo di un sistema di produzione aperto basato sull'autoconsumo e sulla condivisione dell'energia autoprodotta.

Tab. 8 - Consumo energia elettrica per tipologia di mercato - regione Umbria - dati al 31/12/2021



Fonte: Terna

Un modello produttivo basato su principi di diffusione ed integrazione nell'ambito del quale ogni individuo o comunità può generare energia e utilizzarla per l'autoconsumo e la condivisione con la propria collettività va pensato ed organizzato, necessariamente, in relazione a tutti gli elementi che lo compongono. La sua struttura sarà costituita da punti di produzione diffusi e non omogenei, da consumi differenziati, da tipologie produttive di varia natura (fotovoltaico, eolico, ecc.) e da punti di immissione in rete della sovrapproduzione anch'essi diffusi.

Un sistema complesso, certamente, ma "quasi tutto ciò che osserviamo è un sistema complesso, compresi noi stessi. Il nostro cervello. Il nostro sistema nervoso. L'ecosistema terrestre. Dal comportamento degli atomi al mondo, alla vita, alla società, tutti si possono definire e comprendere come sistemi complessi, composti da tanti elementi ognuno dei quali ha finalità differenti e le cui interazioni producono sempre nuovi equilibri"⁶.

Però un sistema complesso non significa necessariamente sistema complicato.

Si potrebbe anche definirlo sistema disordinato perché i diversi elementi che lo costituiscono possono essere a loro volta caratterizzati da un gran numero di configurazioni diverse.

Questo disordine sistemico non dovrebbe essere frutto, quindi, di uno sviluppo commerciale random, ma dovrebbe invece confluire e continuare a svilupparsi nell'ambito di un progetto di ampia visione che indichi i possibili equilibri produttivi raggiungibili e acquisire, così, la consapevolezza delle necessità gestionali e riuscire a elaborare una previsione della possibile ricaduta territoriale in termini economici ma, soprattutto, ambientali.

Un disordine, quindi, da governare nell'ambito di previsioni all'interno di un possibile sistema per sua natura flessibile e facilmente adattabile alle mutazioni della domanda, dato che il disordine non è stabile, bensì dinamico.

Intraprendere un simile percorso non è aleatorio e puntando sul sistema delle smart grid⁷ la prospettata complessità non sarà complicata.

Negli ultimi anni, con l'adozione sempre più estesa delle fonti rinnovabili, questa tipologia di reti sono state in costante evoluzione connotandosi sempre di più come il nuovo paradigma a cui riferirsi per avere risposte concrete sia al fabbisogno energetico che alla tutela ambientale. Con una rete intelligente, infatti, si vanno a modificare i diversi campi della produzione e della distribuzione dell'energia elettrica ottimizzandone la distribuzione, decentralizzando le centrali

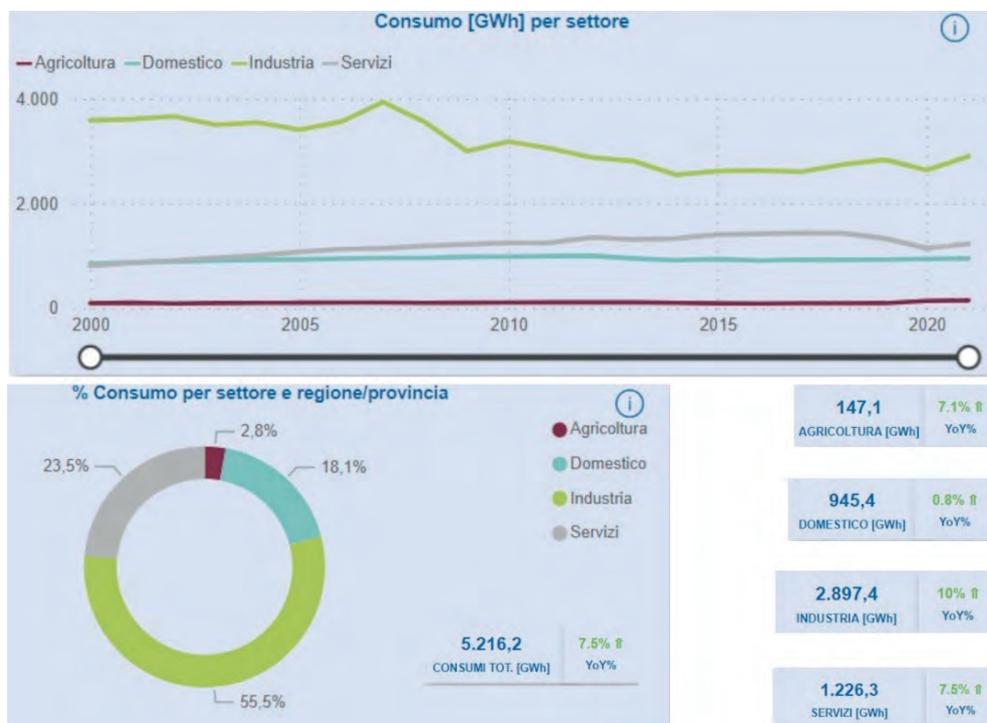
di produzione e minimizzando sovraccarichi e variazioni della tensione elettrica grazie alle sue capacità di comunicazione intelligente con le altre reti smart, in qualsiasi punto della rete medesima.

Un punto debole della produzione energetica da fonti rinnovabili è quello della loro non programmabilità, ma la comunicazione costante in una rete intelligente permette di gestire deficit e surplus di corrente con minimo sforzo potendo questa, in ogni suo punto, immagazzinare, gestire ed elaborare dati e quindi rispondere in tempo reale alla richiesta di energia. Ne consegue che non v'è solo una riduzione dei costi e delle eventuali perdite del surplus produttivo, ma anche una crescita della qualità e della tutela ambientale, dovuta proprio alla natura della fonte energetica, che sarà direttamente proporzionale allo sviluppo di queste reti grazie al ridursi dell'uso delle fonti fossili e al conseguente abbattimento di emissioni di anidride carbonica.

Analizzando i consumi di energia per settore si rileva che in Umbria l'utilizzo domestico, quello per i servizi e per l'agricoltura costituiscono il 54,1% dei consumi complessivi.

Però, in gran parte, va considerato anche il settore industriale che incide sui consumi energetici regionali per il 29,1%. Questo settore è infatti costituito per il 93,6% (Istat 2019) da micro e piccole imprese che possono anch'esse essere considerate come elementi costituenti l'ipotizzato sistema aperto di autoproduzione e autoconsumo sia in termini di domanda di energia, sia per la loro presenza diffusa sul territorio.

Tab. 9 - Consumo energia elettrica per settore di attività - regione Umbria - dati al 31/12/2021



Fonte: Terna

Questi dati confermano le grandi potenzialità che un sistema energetico mirato all'autonomia da autoconsumo e condivisione dell'energia può esprimere; inoltre, ne deriverebbero due significativi vantaggi di per sé sufficienti a far concentrare gli impegni programmatici e le risorse su questo paradigma:

- consente ai vari settori della produzione e dei servizi di potenziare gli investimenti sulle proprie attività e di acquisire maggiore competitività sui mercati grazie alla combinazione tra riduzione dei costi di produzione e incremento degli investimenti;
- consente ai singoli cittadini, alle comunità energetiche e/o alle municipalità di acquisire una migliore qualità complessiva della vita e una migliore qualità dei servizi offerti, sia per i minori costi e i possibili introiti, da cui deriva una maggiore capacità di spesa. Inoltre, come già accennato, si costituirebbe un nuovo modus operandi nella gestione energetica che amplirebbe la base partecipativa incrementando i livelli di democrazia e i rapporti di collettività.

La progettazione di questo disordine⁸, inoltre, calandosi nella realtà territoriale, contribuisce a individuare possibili soluzioni per risolverne criticità infrastrutturali e di assetto.

È questo un aspetto non di poco conto, che permette di considerare l'energia non solo nella sua immaterialità che si manifesta in termini di potenza e generazione ma, soprattutto, nella concretezza della sua materialità produttiva, della sua fisicità, che comporta una presenza concreta, tangibile e talvolta ingombrante, sul territorio e nelle città. Una presenza che lascia intravedere un nuovo ciclo di vita della produzione di energia legato agli assetti del territorio, allo sviluppo urbano e all'implementazione paesaggistica⁹ nell'ambito della ricerca di un equilibrio complessivo, necessariamente dinamico, per l'azione antropica ed il suo ambiente di riferimento.

Torna utile pensare ai cosiddetti territori di passaggio che ci aiutano a comprendere un simile sistema aperto, non segregato nelle funzioni, e capace di fornire alle collettività il tempo e lo spazio per la crescita.

Questi spazi di transizione, i cui margini non si manifestano come confine ma bensì come bordi (il confine stabilisce una chiusura, il bordo è uno spazio permeabile), caratterizzano le varie frange degli insediamenti, gli spazi tra insediamento ed insediamento che costituiscono un sistema urbano diffuso e quelli tra questi insediamenti e il territorio agricolo.

La connotazione spaziale che caratterizza i principali assi insediativi della regione (Perugia - Assisi - Foligno - Spoleto; Perugia - Umbertide - Città di Castello; Perugia - Marsciano - Todi - Terni) si configura proprio come il susseguirsi di questi spazi dove poco accade ma tutto è possibile che vi accada: "I bordi generano uno spazio liminale, cioè uno spazio ai limiti del controllo, limiti che permettono l'apparizione di cose, atti e persone imprevisi ma focalizzati e situati"¹⁰.

È quindi studiando le possibilità offerte da questi spazi che si può cambiare l'ottica di residualità con cui queste porzioni territoriali sono state sinora inquadrare e trasformare la visione periferica da mero risultato quantitativo di risulta, derivato dalle previsioni urbanistiche, a spazio generativo tout court dando così vita anche a nuovi paesaggi e nuove relazioni tra città e territorio.

Nuovi paesaggi e nuove relazioni generate anche dai legami che possono crearsi tra infrastrutture verdi¹¹ e nuove infrastrutture energetiche che andranno così a definire la dimensione tattile di un rinnovato paradigma produttivo e di una partecipazione democratica dei cittadini che lo sostiene.

NOTE

1. L'iter che sta portando alla scomparsa dei contratti a tariffe tutelate è stato piuttosto lungo e articolato. Il processo di liberalizzazione in Italia prende il via addirittura nel 1999 con il "Decreto Bersani", che di fatto apre una breccia nell'attività di produzione, importazione, esportazione, acquisto e vendita di energia. Si arriva poi al 2007: dal 1° luglio di quell'anno tutti i clienti domestici e le piccole e medie imprese italiane possono scegliere il proprio fornitore di energia elettrica e gas sul mercato libero. Un balzo di dieci anni e arriva il "Decreto Legge Concorrenza" nell'agosto del 2017, che abolisce definitivamente il mercato di maggior tutela, fissando una prima data entro la quale tutti i clienti dovranno effettuare la transizione. Il termine viene fissato a giugno 2019, ma è una scadenza destinata ad essere spostata più volte in là nel tempo. Una nuova proroga a giugno 2020, poi a gennaio 2022 e, infine, al 2023. Allo stato attuale il servizio di maggior tutela cesserà di esistere il 1° gennaio 2024, data entro la quale, dunque, sarà necessario effettuare il passaggio al mercato libero dell'energia scegliendo il proprio fornitore e la propria offerta.
2. Non tutte le energie sono equivalenti ed è possibile stabilire fra di loro una vera e propria gerarchia: Nella classe A (o di prima specie) vi sono le forme di energia nobili come lavoro meccanico, energia elettrica, potenziale, cinetica, elettromagnetica. Un'energia è tanto più nobile, e quindi cara dal punto di vista economico, quanto maggiore è la sua capacità ad essere convertita in lavoro. La seguente tabella chiarisce il concetto:
Exergìa: la frazione dell'energia totale in grado di essere convertita.
Anergìa: la frazione dell'energia totale che si dissipa senza poter essere convertita.

Energia	Anergìa	Exergìa
Energia elettrica	1%	99%
Energia chimica	10% - 15%	85% - 90%
Energia termica	Funzione della temperatura	Funzione della temperatura
Energia meccanica	0%	100%

3. Dal 2005 al 2013, si contano ben cinque diversi programmi di incentivazione in Conto Energia. Il meccanismo del conto energia è assimilabile a un finanziamento in conto esercizio, in quanto non prevede alcuna facilitazione particolare da parte dello Stato per la messa in opera, servizio o esercizio dell'impianto. Un brevissimo e sintetico excursus sul loro susseguirsi e modificarsi risulta utile per la comprensione del fenomeno:

- Primo conto energia (2005-2007)

Per accedere alla tariffa incentivante è obbligatorio che l'impianto sia connesso alla rete elettrica (grid connected) e abbia una potenza nominale superiore a 1 kWp. Inoltre, è prevista la concomitanza del punto di consegna con il punto di prelievo. Alla tariffa si aggiungono le possibilità offerte dallo scambio sul posto, cioè la possibilità di autoconsumare senza alcuna spesa la propria produzione energetica, portandola in decurtazione dalle proprie bollette della corrente elettrica.

- Secondo conto energia (2007-2010)

Tra le varie modifiche introdotte la principale novità è costituita dall'abolizione del limite di 1.000 kW per la potenza massima incentivabile di un singolo impianto. Un'altra differenza significativa riguarda le tariffe incentivanti che si applicano in modo inversamente proporzionale alla potenza installata: nel primo conto energia crescevano all'aumentare della potenza dell'impianto mentre nel secondo conto energia decrescono.

- Terzo conto energia (2010-2011)

Prende in considerazione la significativa riduzione del costo dei componenti fotovoltaici e prevede una progressiva diminuzione della tariffa incentivante. L'obiettivo nazionale è quello di installare complessivamente 8000 MW di potenza nominale (di picco) fotovoltaica entro il 2020. Lo scambio sul posto o la vendita dell'energia prodotta in eccesso (non autoconsumata) rappresentano benefici aggiuntivi alla tariffa incentivante.

- Quarto conto energia (2011-2012)

Stabilisce le regole per l'accesso agli incentivi per l'installazione di impianti fotovoltaici nel periodo dal 1° giugno 2011 fino al 2016, data entro la quale si presume venga raggiunta la Grid parity. L'ulteriore riduzione delle tariffe incentivanti rispetto al terzo conto energia è stata prevista sia per allinearsi alle

direttive della Comunità europea, sia per adeguare gli incentivi al progredire della tecnologia e dei relativi risparmi per l'installazione di nuovi impianti fotovoltaici.

- Quinto conto energia (2012-2013)

Il termine del 5° Conto Energia è avvenuto il 6 luglio 2013, 30 giorni dopo il raggiungimento della quota massima di energia incentivabile, senza che sia stato emanato un nuovo piano di incentivi sull'energia prodotta. Viene però introdotta la possibilità di detrazione fino al 50% delle spese di impianto e si mantiene sia la possibilità di vendere l'energia autoprodotta in eccesso rispetto ai propri consumi elettrici, sia di accedere al meccanismo dello scambio sul posto.

4. Una comunità energetica consiste in un'associazione tra cittadini, attività commerciali, pubbliche amministrazioni locali e piccole/medie imprese che decidono di unire le proprie forze con l'obiettivo di produrre, scambiare e consumare energia da fonti rinnovabili su scala locale. La gestione di una comunità energetica avviene tramite la creazione di una associazione costituita da persone fisiche, piccole e medie imprese, enti territoriali o autorità locali (amministrazioni comunali), i cui punti di prelievo e immissione complessiva siano ubicati in reti in bassa tensione e sottese alla medesima cabina di trasformazione MT/bt. I partecipanti alla comunità energetica possono decidere in qualsiasi momento di lasciare la comunità. Ogni partecipante può mantenere e/o scegliere il proprio fornitore di energia elettrica.
5. La potenza efficiente di un impianto è lorda se misurata ai morsetti dei generatori elettrici dell'impianto medesimo, è netta se misurata all'uscita dello stesso, dedotta cioè la potenza assorbita dai servizi ausiliari dell'impianto e dalle perdite nei trasformatori di centrale.
6. Giorgio Parisi - *Gradini che non finiscono mai* (La nave di Teseo, Milano-2022).
7. Una smart grid è l'insieme di una rete di informazione e di una rete di distribuzione elettrica.
8. Può sembrare una contraddizione in termini dato che il progetto, per sua natura, tende a introdurre ordine ma, nella fattispecie, si tratta di studiare interventi volti alla valutazione delle potenzialità espresse dai luoghi e a creare le condizioni ottimali per un loro uso legato agli sviluppi futuri di un sistema aperto che crea condizioni e procura possibilità di cambiamento senza imporre che ciò avverrà (Pablo Sendra, *Infrastrutture per il disordine, in Progettare il disordine* (Treccani, Roma-2022).

9. “Il territorio è ormai un continuum ininterrotto urbano-rurale, dove ogni elemento appare instabile nello spazio e nel tempo, e dove ogni situazione è atipica e si manifesta in mille fattispecie diverse. Si afferma una visione del paesaggio anche come bene economico e sociale, radicato nella consapevolezza di una comunità che ne è partecipe, che responsabilmente lo difende, gestisce e innova e, di conseguenza, in ogni momento, lo progetta e riprogetta.” Franco Zagari, *Nuovi paesaggi* (Treccani-2010).
10. Richard Sennett - *La società civile, in Progettare il disordine* (Treccani, Roma-2022).
11. Rete di aree naturali e semi-naturali e di spazi verdi che eroga servizi ecosistemici, i quali sono alla base del benessere umano e della qualità della vita. Le infrastrutture verdi sono in grado di fornire molteplici funzioni e vantaggi nella stessa area.

FONTI RINNOVABILI E OPPORTUNITÀ PER L'UMBRIA

Diego Zurli

Architetto

In una recente intervista Renato Mazzoncini, amministratore delegato di A2a, una delle maggiori multiutility italiane, illustra con grande efficacia luci ed ombre delle politiche volte ad implementare le energie verdi nel nostro paese. Mazzoncini è una vecchia conoscenza dell'Umbria quando, alla guida di Busitalia, acquistò il ramo d'azienda di esercizio di Umbria Mobilità mettendo in sicurezza il trasporto pubblico regionale dall'incombente rischio del default; di lì a qualche anno, in veste di CEO del gruppo FS, fu costretto alle dimissioni dal Ministro dei Trasporti Toninelli a seguito del rinvio a giudizio per un'inchiesta sulla stessa Umbria Mobilità, prima di approdare in A2a; impresa che, a differenza del Governo italiano, non si è lasciata di certo sfuggire l'opportunità di accaparrarsi uno dei migliori manager in circolazione. Mazzoncini ricorda che l'Italia è il secondo Paese in Europa per potenziale nelle rinnovabili: al terzo posto nell'idroelettrico, dopo Norvegia e Francia, è tra i primi per l'irraggiamento solare con Spagna e Grecia godendo nel sud anche di ottime condizioni anche per la disponibilità di vento. A proposito della intenzione del Governo di rilanciare il

nucleare, alla domanda se tale modalità farà parte del mix energetico dei prossimi anni, ha affermato che, se si decide di investire in questo campo, il rischio maggiore è che, in alcune ore del giorno, questa fonte energetica può entrare pesantemente in concorrenza con le rinnovabili - in particolare col fotovoltaico - disincentivandone gli investimenti. Conclude l'intervista sostenendo che paesi che hanno grosse potenzialità nelle rinnovabili, come l'Italia, è decisamente meglio che prediligano queste ultime, mentre chi ne ha meno può continuare a costruire e mantenere centrali nucleari.

Senza prendere per oro colato questo punto di vista - certamente autorevole ma forse non del tutto neutrale - si può tuttavia convenire in larga misura sul fatto che se il paese intendesse intraprendere con convinzione la strada delle rinnovabili mettendo in secondo piano il nucleare (richiedendo quest'ultimo tempi lunghi e grandi investimenti appannaggio solo di 4 o 5 grandi gruppi), allora bisognerebbe essere conseguenti investendo con decisione e senza tentennamenti sulle prime. Al di là dei ritardi burocratici e dei lunghi procedimenti autorizzativi che indubbiamente rendono assai complicato attivare investimenti nel campo delle rinnovabili, è soprattutto la scarsa chiarezza e la contraddittorietà della politica energetica nazionale che oggi porta a disincentivare molte iniziative.

Nel recente passato, nel nostro paese, si è intervenuti con un ampio ventaglio di provvedimenti sulle rinnovabili, prevedendo meccanismi di incentivazione fra loro radicalmente diversi oggetto di continui correttivi ed aggiustamenti i quali, non di rado, hanno prodotto effetti contraddittori. Il risultato finale è stato quello di un sistema poco efficiente e molto costoso se confrontato con le migliori esperienze di altri paesi europei. Valga per tutti l'esempio dei cosiddetti Certificati Verdi. Il Decreto che nel 1999 aveva avviato il processo di liberalizzazione del mercato elettrico italiano per perseguire gli obiettivi del Protocollo di Kyoto, introduceva l'obbligo per i produttori e gli importatori di energia elettrica da fonti non rinnovabili, di immettere ogni anno in rete una percentuale di energia rinnovabile pari nel 2002 al 2%. Avendo in passato lavorato alla progettazione e alla realizzazione di alcune centraline idroelettriche, conosco bene il meccanismo di incentivazione che spingeva questi ultimi soggetti (tra i quali la stessa ENEL) all'acquisto di quote di Certificati Verdi, anche da terzi, dando vita a un vero e proprio mercato. Inizialmente tali certificati resero molto remunerativi gli investimenti in impianti eolici, geotermici e anche mini-idro; fino a quando, dopo una fase iniziale caratterizzata dalla scarsità di offerta che ne fece salire il prezzo, si giunse a un eccesso di offerta di titoli sul mercato.

Tali incentivi si esaurirono progressivamente la loro appetibilità e il risultato fu quello che il costo non del tutto trascurabile di tale meccanismo ha gravato a lungo sulle bollette dei consumatori, pur avendo pesato nelle stesse in modo decrescente con la progressiva diminuzione dell'energia oggetto di incentivazione. Si potrebbe continuare con altri esempi come il cosiddetto Primo Conto Energia, che diede luogo anche a manovre speculative ma che ebbe tuttavia il merito di favorire per la prima volta l'installazione di impianti fotovoltaici prevedendo incentivi assai premianti. Quello che preme sottolineare in questa sede è che la politica energetica del nostro paese è stata caratterizzata da non pochi aspetti contraddittori i quali non hanno inciso più di tanto nell'aggredire questioni di importanza epocale come il mutamento climatico e le strategie dirette alla decarbonizzazione.

Con il conflitto aperto nel cuore dell'Europa, purtroppo, è emersa con drammatica evidenza l'inadeguatezza del nostro paese e dell'intera Europa a fronteggiare la crisi energetica che ci è scoppiata tra le mani mostrando tutta la nostra vulnerabilità. Così, a quanto sembra, si è finalmente aperta una nuova fase nel campo delle strategie nazionali per affrontare il mutamento climatico. Nel 2019, l'Unione Europea aveva concluso l'approvazione del pacchetto legislativo "Energia pulita per tutti gli europei" (CEP - Clean Energy Package), composto da otto direttive che regolano temi energetici. Tali direttive hanno cercato di favorire l'affermazione di un quadro giuridico di riferimento volto a favorire la transizione energetica nella lotta ai cambiamenti climatici assegnando per la prima volta un ruolo di primo piano ai cittadini nel settore dell'energia.

L'Italia, purtroppo, non risulta abbia ancora completato il processo di recepimento con legge nazionale delle due direttive che ci interessano più da vicino:

- la Direttiva sulle energie rinnovabili (Direttiva UE 2018/2001), in cui sono riportate le definizioni di autoconsumo collettivo e di Comunità di Energia Rinnovabile (CER);
- la Direttiva sul mercato interno dell'energia elettrica (Direttiva UE 2019/944) che definisce la Comunità Energetica dei Cittadini (CEC).

Tralasciando in questa sede di approfondirne i contenuti, la regolamentazione italiana in materia di autoconsumo collettivo e Comunità Energetiche Rinnovabili è stata comunque introdotta in via transitoria nel 2019 dall'articolo 42-bis, all'interno del cosiddetto Decreto Milleproroghe. Pur in carenza di un quadro incompiuto, l'Italia ha tuttavia fatto un primo significativo passo in avanti nel campo delle Comunità Energetiche Rinnovabili: un modello innovativo di gestione dell'energia già ampiamente praticato nel Nord Europa ma poco diffuso nel nostro paese. Le nuove disposizioni si propongono infatti di favorire la diffusione e l'impiego di energie verdi e sostenibili, creando sistemi virtuosi di produzione, autoconsumo e condivisione. Tali modalità di incentivazione, sono destinate a sostituire in futuro quelle del cosiddetto "scambio sul posto" di cui è prevista la definitiva soppressione entro il 2023 generando peraltro notevoli incertezze per il ritorno economico degli impianti di più recente installazione. In estrema sintesi, una Comunità Energetica è una forma di tipo associativo composta da enti pubblici locali, aziende, attività commerciali o cittadini privati, i quali scelgono di dotarsi di infrastrutture per la produzione e per l'autoconsumo di energia da fonti rinnovabili attraverso un modello basato sulla condivisione: una forma di produzione e gestione dell'energia di tipo collaborativo, basata su un sistema di scambio locale per favorirne la gestione collettiva in un'ottica di sviluppo sostenibile e per ridurre la dipendenza energetica dal sistema elettrico nazionale.

Il celebre scienziato Jeremy Rifkin, le aveva teorizzate più di 10 anni fa immaginando l'avvento dell'economia all'idrogeno battezzandole con il nome di Associazioni di Generazione Distribuita (DGA) - l'equivalente delle nostre CER - nelle quali ogni famiglia, quartiere, comunità o impresa diventava potenzialmente al tempo stesso produttore, venditore, consumatore di elettricità. Tali forme associative, presentavano peraltro alcune evidenti affinità con alcune esperienze di aggregazione mutualistiche dei lavoratori dei primi movimenti sindacali all'inizio del novecento, nate per contrattare con maggior forza le condizioni per l'acquisto, l'affitto di beni e servizi, gli accordi con i fornitori ecc. Altre interessanti affinità potevano essere rinvenute con gli esordi pionieristici del World Wide Web nato dall'illusione di democratizzare il flusso delle informazioni - al pari di quella di rendere libera e democratica l'energia - il quale, come sappiamo, è stato ben presto fagocitato dalle multinazionali globali che controllano la rete.

Grazie alle opportunità resesi disponibili con l'avvento delle nuove tecnologie, i cittadini di molte parti del pianeta si stanno perciò organizzando per svolgere un ruolo da protagonisti nel settore energetico. Questa tendenza è ovunque in crescita. In vista della riduzione delle emissioni di carbonio nel settore elettrico prevista per il 2050, si stima che 264 milioni di cittadini dell'Unione Europea si uniranno al mercato dell'energia come prosumer, generando fino al 45% dell'elettricità rinnovabile complessiva prodotta. Tale neologismo, mutuato dall'inglese, è entrato nel linguaggio corrente per riferirsi all'utente che non si limita al ruolo passivo di consumatore (consumer), ma partecipa in modo attivo alle diverse fasi del processo produttivo (producer) possedendo un proprio impianto di produzione di energia, della quale ne consuma solo una parte. La rimanente quota di energia viene essere immessa in rete e scambiata con altri consumatori o anche accumulata e restituita alla comunità di consumo nel momento più opportuno.

L'Umbria può oggi approfittare di alcune preziose opportunità per sperimentare sul campo l'implementazione di modelli organizzativi volti alla produzione e alla gestione dell'energia di tipo collaborativo. L'occasione più appetibile è rappresentata senza dubbio dall'Ordinanza del Commissario di Governo per la ricostruzione nei territori interessati dagli eventi sismici 2016 che ha approvato il "Bando per la presentazione di progetti, da parte di Enti locali e di Imprese in Partenariato, ai fini della realizzazione di sistemi centralizzati di produzione e distribuzione intelligente di energia e/o calore da fonti rinnovabili, anche attraverso comunità energetiche per la condivisione dell'energia", in attuazione delle sub-misure A2.3 e A2.4 del Fondo Nazionale Complementare al PNRR. A quanto si conosce, sono stati avanzati numerosi progetti e si confida in un esito favorevole dell'istruttoria finalizzata alla concessione delle generose provvidenze stanziare dal Governo per le aree colpite dagli eventi sismici del 2016 e successivi.

L'Umbria può anche contare sulla attività di un qualificato gruppo di tecnici e ricercatori in ambito accademico operanti da alcuni anni presso il Centro nazionale di Ricerca sulle Biomasse nell'ambito del Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia il quale costituisce una risorsa di assoluta eccellenza in grado di supportare ed accompagnare le più diverse iniziative che dovessero prendere corpo nel campo delle energie rinnovabili. Come già accaduto in altre Regioni, è anche in via di elaborazione un apposito disegno di legge regionale volto alla a promuovere l'istituzione delle Comunità Energetiche Rinnovabili e i gruppi di autoconsumo collettivo, in attuazione della normativa comunitaria e quella nazionale.

Allo stato attuale, similmente a quanto accaduto nel resto del paese dove le iniziative si contano sulle dita delle mani e sono soprattutto localizzate al nord, nella nostra regione è stata concretamente realizzata e riconosciuta formalmente dal Gestore dei Servizi Energetici una sola esperienza di Comunità Energetica Rinnovabile composta da quattro utenti che si trova nel Comune di Marsciano. Altre iniziative sono in fase di realizzazione per iniziativa di alcuni operatori pubblici e privati e si moltiplicano convegni e webinar sulla materia il che dimostra il notevole interesse suscitato.

Occorre anche ricordare una esperienza molto interessante nel Comune di Gubbio in località Castiglione Aldobrandino - non direttamente riconducibile al modello organizzativo delle CER - che rappresenta l'impianto eolico collettivo più grande d'Italia il quale, una volta realizzato, sarà in grado di soddisfare il fabbisogno annuo di elettricità di circa 1.000 utenti. Tale opera, fa seguito a quella già in esercizio in località Cerrone realizzata anch'essa in auto finanziamento dalla cooperativa e-nostra, la quale che fornisce anch'essa energia rinnovabile, sostenibile ed etica, ad altre 1000 famiglie circa associate alla predetta cooperativa.

Insomma, avviandomi alla conclusione, qualcosa si sta faticosamente muovendo anche sotto il cielo della nostra comunità regionale. Iniziative simili, peraltro, si apriranno presto anche grazie al PNRR su tutto il territorio nazionale. L'obiettivo "Migliorare ed estendere la produzione di energia verde delle comunità energetiche" Missione: Rivoluzione verde e transizione ecologica Componente: Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile", prevede infatti un investimento pari a € 2,20 mld con lo scopo di diffondere la sperimentazione dell'auto-produzione di energia nelle aree in cui può avere un maggiore impatto sociale e territoriale. In particolare, tali iniziative saranno rivolte a Pubbliche Amministrazioni, famiglie e microimprese in comuni con meno di 5.000 abitanti, così da sostenere l'economia dei piccoli centri, spesso a rischio di spopolamento rafforzandone la coesione sociale (l'obiettivo dichiarato è di produrre 2500 Gwh entro giugno 2026).

È tuttavia necessario fare chiarezza per evitare equivoci o soverchie illusioni. Occorre innanzitutto ricordare che i vantaggi delle CER saranno prima di tutto a livello ambientale, in termini di riduzione delle emissioni di CO2 derivanti dalla produzione di energia elettrica. A livello economico, per i singoli membri appartenenti alle comunità, le CER avranno un impatto diretto alquanto limitato in termini di risparmio in bolletta pur determinando indubbiamente una importante ricaduta per la creazione di valore aggiunto e di posti di lavoro nella filiera della produzione, dell'installazione e

manutenzione degli impianti. Tutto ciò spiega meglio di ogni altra cosa la grande mobilitazione che si sta registrando da parte di aziende energetiche, produttori, società e di servizio, ecc. Ma il cittadino che sperasse di ottenere sostanziosi benefici economici dal riparto degli incentivi erogati dal Gestore dei Servizi Energetici per l'energia immessa in rete e consumata dalla Comunità, probabilmente è destinato a rimanere deluso. Il beneficio atteso, oltre a quello ambientale e quello economico per gli operatori di filiera, sarà inoltre un beneficio "tecnico" di sistema in quanto l'autoconsumo generato dalle CER, sarà in grado di produrre un notevole aumento di efficienza per la rete elettrica riducendo le perdite di trasporto/distribuzione dell'energia e quello di mitigare lo squilibrio tra domanda e offerta di energia.

Le CER, per chi avrà la capacità e la tenacia di organizzarle, potranno soprattutto rappresentare un vero e proprio modello virtuoso di innovazione sociale. I suoi membri, potranno infatti progressivamente affrancarsi dal ruolo di consumatori passivi diventando protagonisti informati del mercato energetico quando non anche produttori dell'energia da loro stessi consumata rendendo quest'ultima un bene comune - al pari dell'acqua dell'aria o del suolo - accessibile a tutti ed in particolare ai soggetti più deboli e vulnerabili. A tale riguardo, va menzionata infine la possibilità di utilizzare in tutto o in parte i ricavi ottenuti dal sistema di incentivazione nella promozione di opere e servizi di interesse sociale sul territorio.

Si tratta di obiettivi - quelli connessi alla nascita delle Comunità Energetiche Rinnovabili - oltremodo ambiziosi ed impegnativi, che richiederanno tempo ed energie per poter essere prima ben compresi e poi concretamente raggiunti. Comunità che, oltre a divenire strumenti di redistribuzione sociale dei benefici realizzati, potranno costituire al tempo stesso potenziali dispositivi di inclusione. La sfida, pertanto, è aperta nel Paese e in Umbria. Ma pur non avendo certamente la pretesa di risolvere la complessa questione energetica, le CER potranno probabilmente consentire l'avvio di una nuova fase, il cui esito finale oggi non è facile prevedere, che dovrà essere affrontata con coraggio e determinazione.

TRANSIZIONE
ENERGETICA:
IL CASO DI
TRE REALTÀ
IMPRENDITORIALI
UMBRE

ANGELANTONI

Federica Angelantoni

CSO Chief Sustainable Officer del Gruppo Angelantoni

Angelantoni Industrie viene fondata a Milano nel 1932 da Giuseppe Angelantoni. Conta oggi circa 550 dipendenti, con 90 milioni di fatturato. Il Gruppo dagli anni '60 ha sede a Massa Martana (Perugia) e opera in tutto il mondo con sedi produttive e commerciali localizzate in Italia, Francia, Germania, India e Cina. Siamo presenti principalmente nei settori del testing (apparecchiature per il collaudo, di cui i simulatori spaziali sono il prodotto di punta e per cui Angelantoni è leader indiscussa in tutto il mondo), del biomedicale con la produzione di apparecchiature per la conservazione a bassa temperatura di farmaci e materiali biologici e nel settore delle rinnovabili ed efficienza energetica, con alcune aziende che operano direttamente nella produzione di componenti o con la fornitura di servizi che hanno come obiettivo ultimo la salvaguardia del nostro pianeta.

Nel campo della sostenibilità e più in generale nell'abbattimento delle emissioni di CO₂, inoltre, ciascuna azienda del Gruppo opera indirettamente attraverso la

promozione di iniziative volte al risparmio energetico o all'utilizzo di nuove soluzioni a più basso impatto ambientale.

L'esempio di tale impegno si è già concretizzato con lo sviluppo della camera climatica Discovery "flower®" che coniuga la possibilità di svolgere accurati test climatici con la tutela dell'ambiente.

I consumi della camera sono stati ridotti, durante la fase di stabilizzazione del test climatico, grazie a un sistema brevettato che garantisce un risparmio energetico di circa il 50% che si compone di un inverter che controlla la velocità del compressore e consente di adattarne la potenza alle diverse necessità operative unito ad un "accumulatore di freddo" per aumentare l'efficienza nel raffreddamento. La presenza dell'inverter ha consentito inoltre di ridurre la pressione sonora fino al 50% in condizioni di stabilizzazione termica, grazie alla riduzione della velocità di rotazione del compressore nelle condizioni operative di carico parziale.

Abbiamo inoltre portato avanti il nostro impegno nella sostenibilità con lo sviluppo di un refrigerante a basso impatto ambientale, capace di ridurre le emissioni. Il nuovo refrigerante R472A è destinato a sostituire il refrigerante R23 attualmente usato negli impianti frigoriferi cosiddetti "in cascata".

Insieme al CNR-IMM di Catania, abbiamo brevettato un rivoluzionario evaporatore che riduce il costo di produzione di una cella fotovoltaica con perovskite e migliora le proprietà di deposizione finale e la sua durata. Le attuali celle solari al silicio (SSC), nonostante il loro basso costo, non possono soddisfare l'urgente esigenza di aumentare considerevolmente la quantità di energia da fonti rinnovabili senza occupare superfici enormi. La possibilità di costruire celle fotovoltaiche con Perovskite (in grado di assorbire radiazione solare in porzioni di spettro complementari a quelle assorbite dal silicio) permette la costruzione di celle "tandem", in cui la perovskite viene sovrapposta al silicio e consente di aumentare l'efficienza delle celle tradizionali fino ad oltre il 28%.

D'altro canto, anche sul fronte interno abbiamo investito e ammodernato gli impianti installando, nel corso degli anni, una centrale di biomasse e quattro parchi fotovoltaici sui tetti degli stabilimenti, tutti finanziati con capitale proprio. Pertanto, oggi più che mai tali iniziative sono un valore non solo dal punto di vista ambientale ma anche dal punto di vista economico perché ci aiutano a mantenere maggiormente sotto controllo determinati costi che nel frattempo sono esplosi.

Di per sé la sostenibilità ha reso la maggior parte dei soggetti sensibili a tale tematica e per cui molte aziende hanno cominciato, inizialmente un po' per vocazione, ad

investire sulla sostenibilità generando un effetto positivo. Pertanto, gli investitori si sono resi conto che le aziende che per prime hanno investito nel settore hanno ottenuto risultati economici interessanti. Per cui al di là dell'ideologia, dell'attenzione e sensibilità all'ambiente e al futuro del pianeta, adesso c'è concretamente la convinzione che investire in sostenibilità generi un ritorno che lo rende più virtuoso e garantisca un vantaggio competitivo sul mercato.

Ma per dare un quadro esaustivo delle iniziative nel settore green dobbiamo tornare parecchio indietro perché sono anni che operiamo in maniera attiva nel settore dell'energia e delle rinnovabili. In particolare, la prima esperienza significativa risale al 2007/2008 quando è stata creata "Archimede Solar Energy" (ASE), si tratta di un'azienda del gruppo che opera nel settore del solare e concentrazione con la produzione di tubi ricevitori per questa tecnologia. Ci fu un percorso di ricerca e sviluppo con il laboratorio dell'ENEA e per far partire tale progetto serviva un supporto dal punto di vista finanziario che in quel momento il gruppo da solo non poteva garantire e per cui sono partite una serie di iniziative; la prima è stata una partnership con il gruppo industriale Siemens. Dunque, da circa quindici anni operiamo nel settore della sostenibilità.

Nel 2022, abbiamo festeggiato i novanta anni di attività del gruppo, cercando di sottolineare uno degli aspetti che è in un certo senso il "fil rouge" di tutto il percorso imprenditoriale; ed è quello di continuare ad investire e intensificare i rapporti con il territorio. Noi siamo a Massa Martana, in un ambiente meraviglioso in cui industria e natura coesistono in uno scenario abbastanza poco tipico perché la maggior parte delle grandi industrie, in particolare quelle metalmeccaniche, le immaginiamo in distretti industriali. Pertanto, il contesto in cui siamo posizionati, oltre a facilitare la sensibilità per il rispetto dell'ambiente e della natura, ci dà la possibilità di metterci alla prova nell'intensificare quelli che sono i rapporti con il territorio, declinati principalmente con la formazione dei giovani; oltre a sostenere ulteriori iniziative di tipo culturale e filantropiche. Dunque, nel DNA dell'azienda ci sono sì innovazione e internazionalizzazione ma senza perdere mai di vista quelle che sono le nostre radici, da dove veniamo e con l'obiettivo di restituire qualcosa ai territori in cui operiamo. A livello di Holding, invece, con focus sul core business, stiamo mettendo le basi per un processo di cambiamento strutturale di tutti i più importanti processi aziendali, nell'ottica di accrescere il nostro impegno nella sostenibilità attraverso l'affermazione delle politiche ESG. Se è vero che la sostenibilità non è solo un valore a cui tendere, ma è sempre di più un processo inarrestabile di consapevolezza, una continua ricerca

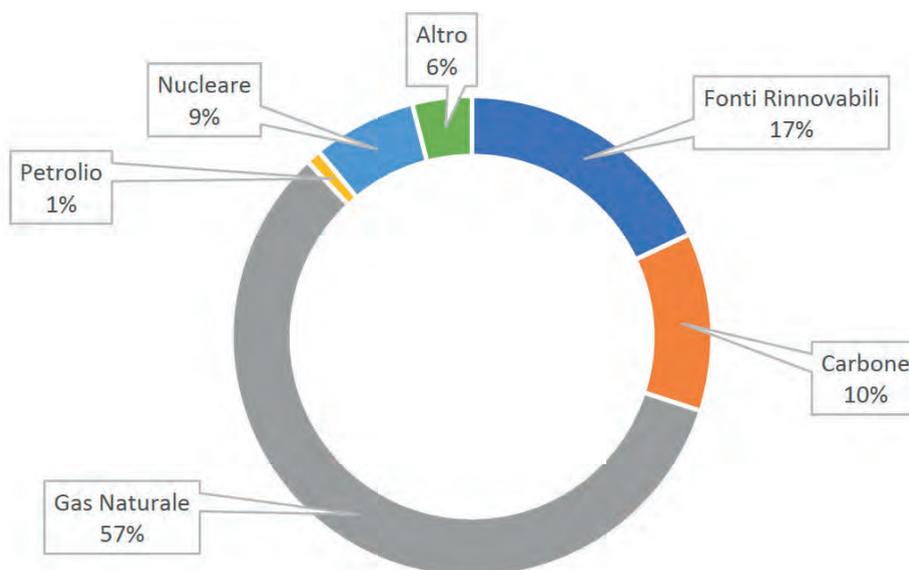
di equilibrio tra le istanze dei vari stakeholder, le aziende per essere considerate virtuose devono necessariamente mettersi alla prova con obiettivi sempre più sfidati nell'ambito ambientale e sociale, oltre che evidentemente economico.

Al di là della sensibilità che da anni abbiamo dimostrato e cercato di portare avanti, ciò che ha spinto Angelantoni Industrie a adottare criteri ESG è un'evidenza scientifica ed empirica dei risultati che si possono ottenere investendo in sostenibilità, per questo vogliamo continuare a farlo incrementando costantemente il nostro impegno in questo ambito. Il progetto ESG sta partendo dal punto di vista operativo proprio in questi mesi. Ci aspettiamo di continuare a migliorare le performances aziendali. I primi dati sono stati raccolti per gli anni 2020-22 e solo a partire dal prossimo anno potremo fare valutazioni dal punto di vista quantitativo di quelli che sono i benefici ottenuti rispetto ai risultati attesi.

Nel corso di questo anno abbiamo incominciato ad adottare una mappatura, un assesment in cui il primo obiettivo sarà individuare le aree di miglioramento. Non posso perciò anticipare quale sarà il valore aggiunto di questa iniziativa ma sono assolutamente convinta che la parola "rendicontazione" aiuti sempre nel fare impresa, in entrambe le valenze: ovvero rendere conto di quello che fai verso l'esterno ma anche rendersi conto di quello che fai all'interno. Infine, credo sia uno strumento efficace per comunicare l'impegno sociale e ambientale dell'azienda. Sarebbe auspicabile poi che l'analisi delle singole aziende riassunta nei bilanci di sostenibilità venisse letta e recepita anche dalle istituzioni, così si potrebbero instaurare importanti sinergie capaci di accrescere la sostenibilità dell'intero sistema paese. La collaborazione tra pubblico e privato è uno dei pilastri imprescindibili sui cui deve fondarsi lo sviluppo economico e industriale del nostro Paese. Per far in modo che un progetto abbia successo e che funzioni nel lungo periodo, c'è bisogno di pensarlo fin dall'inizio in maniera sinergica, a quattro mani tra pubblico e privato. Faccio alcuni esempi concreti in base ai primi dati raccolti in questi primi mesi di lavoro cominciando dal problema dell'approvvigionamento elettrico.

L'industrializzazione moderna e l'aumento del fabbisogno energetico mondiale sono cresciute al medesimo ritmo. Tale richiesta viene soddisfatta utilizzando risorse differenti e provenienti da un pool di tecnologie e fonti energetiche differenti. L'energia che acquistiamo infatti proviene da mix proprio di ogni fornitore di energia elettrica.

Analizzando la composizione di energia elettrica del fornitore di Angelantoni si può notare come la componente di energia elettrica acquistata impatti negativamente sulla percentuale di energia elettrica da fonti non rinnovabili.

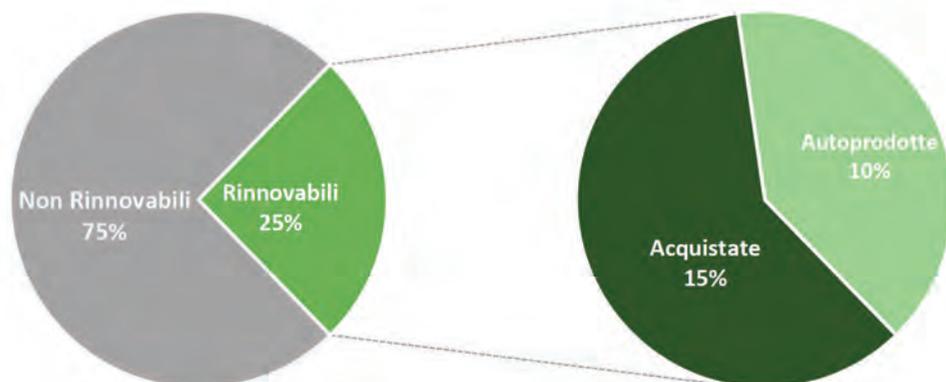


Fonte: Umbria Energy - Pre consuntivo 2021

Solo il 17% di energia fornita proviene da rinnovabili, lasciando quindi il restante 83% a carico delle fonti fossili con conseguente danno dell'atmosfera.

Se si considera la quota parte di energia autoprodotta dai parchi fotovoltaici installati sui tetti dei capannoni il mix energetico migliora a favore delle energie pulite.

Ma il risultato complessivo ci dice che, nonostante gli ingenti investimenti sostenuti da parte dell'impresa installando ben quattro parchi fotovoltaici, vengano ancora immesse nell'atmosfera ancora 963,92 tonnellate all'anno di CO₂.

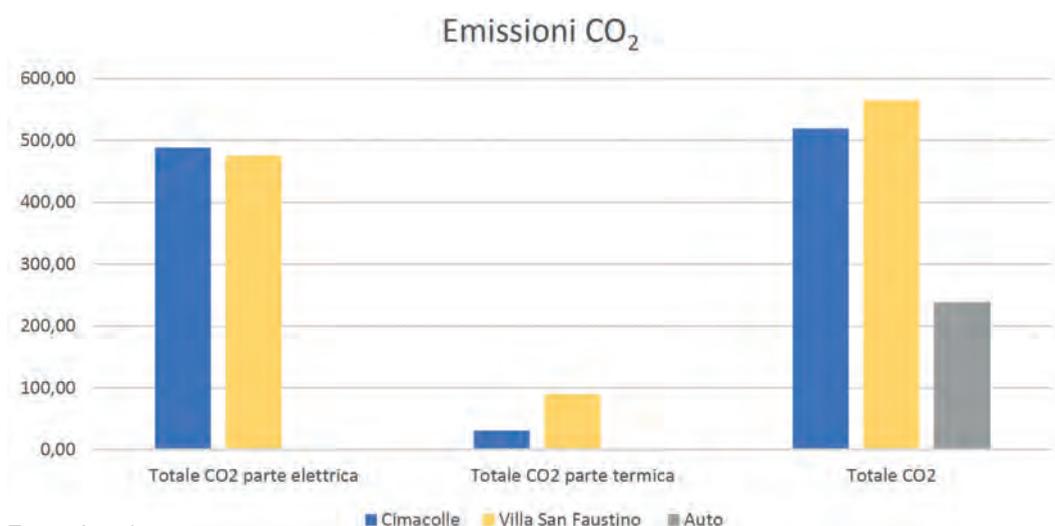


Fonte: Angelantoni

Un altro tema a cui bisogna dedicare molta attenzione e che raramente viene analizzato in profondità è la logistica. La pandemia ha contribuito ad accrescere progetti che mirano a produrre un impatto ambientale positivo in più ambiti. Uno di questi è proprio la logistica. È vero che da un lato sono lievitati in costi ma dall'altro si è iniziato a pensare che di nuovo non era più scontato poter andare a giro per il mondo per comprare e spostare merci, ma dovevamo ricominciare a guardare in contesti meno dispersivi. Questo dal punto di vista ambientale ha avuto un impatto estremamente positivo.

Internamente abbiamo cominciato ad analizzare quello che è il nostro impatto in termini di emissioni complessive, non solo perciò emesse della componetene elettrica e termica. L'intento di realizzare il primo bilancio di sostenibilità dell'azienda ha comportato la necessità di uno studio analitico sulle fonti inquinanti dell'azienda così come richiesto dal GRI di riferimento per le emissioni in cui si richiedono non le emissioni prodotte dall'apparto produttivo ma anche le emissioni che attorno ad esso gravitano andando ad includere anche, tra le varie, quelle prodotte dal parco auto aziendale.

In tale analisi si è riscontrato che, se da una parte le emissioni prodotte per il riscaldamento siano state notevolmente ridotte mediante l'adozione di una centrale a biomasse, che ha consentito una riduzione di circa il 90% rispetto all'equivalente a metano, e quelle per l'energia elettrica siano state abbattute grazie all'adozione di pannelli fotovoltaici, dall'altra parte a gravare risultano le emissioni medie prodotte da ciascun veicolo nel periodo in cui rimane all'interno dell'azienda (che ricordiamo essere di un periodo massimo di tre anni).



Fonte: Angelantoni

Tra gli obiettivi prioritari di miglioramento, perciò, appare chiara la necessità di adottare quanto prima un parco auto elettrico che permetta di abbattere queste emissioni (soprattutto se ricaricato con colonnine fotovoltaiche). Ma questo può essere fatto solo se verrà rafforzata la rete di ricarica elettrica in Umbria e in generale nel nostro paese. Ancora una volta per raggiungere determinati obiettivi c'è bisogno che pubblico e privato lavorino in sinergia, sviluppando idee e progetti a quattro mani ed investendo ognuno in maniera coerente rispetto a questi.

Tanto c'è ancora da fare, ben vengano le regole e le normative capaci di dare uno scossone al sistema, ma contestualmente bisogna cominciare a mettere a terra, investire e implementare nuove soluzioni.

La Commissione Europea ha definito un sistema di classificazione con cui individua le imprese che possono essere considerate virtuose dal punto di vista ambientale, al fine di aiutarle a combattere il fenomeno del "greenwashing": si tratta della Tassonomia Europea che risulta essere un sistema efficiente per incentivare le PMI verso la transizione sostenibile anche se la normativa europea non ha ancora completato tutti gli step di approvazione. Della Tassonomia, infatti, sono stati approvati solo due obiettivi su sei e manca ancora tutta la Tassonomia sociale. Per altro stanno cambiando anche gli standard di riferimento. Nonostante questo, ritengo che sia importante che in questo momento ci sia una fase di transizione, ma mi aspetto che da qui a qualche tempo si concretizzino i contenuti delle normative e si vada più sull'operativo. Sono sicura che sarà così ma ci dobbiamo ancora realmente arrivare.

Invece, per quanto concerne le PMI credo che la Tassonomia Europea sia un sistema efficiente per incentivare quest'ultime verso la transizione sostenibile ma gli effetti più concreti si avranno quando quest'insieme di idee verranno messe a sistema e poi, successivamente, dato come strumento alle PMI. Per cui, forse, non è ancora il momento ma è importante che ci sia questa fase in cui si aiuta ad aumentare la sensibilità anche delle piccole e medie imprese verso tale tematica.

L'Umbria è il cuore verde dell'Italia ed è per una realtà che, come la nostra, vuole coniugare il suo essere innovativa con l'attenzione alla sostenibilità, è il posto più stimolante dove fare impresa. Da una parte una rete di contatti a livello universitario e con gli istituti tecnici locali, con cui riusciamo a programmare percorsi di formazione specifica e ad attrarre talenti. Dall'altra un territorio in cui l'azienda risulta essere perfettamente integrata, in cui crea reddito e occupazione. Una realtà altamente tecnologica come la nostra, ha un continuo bisogno di stimolare l'innovazione e il capitale umano e intellettuale delle comunità in cui opera. Dal territorio poi di ritorno si alimenta e solo così si possono costruire le condizioni per uno sviluppo sostanziale e continuativo che la possa portare a prosperare nel tempo.

Il progetto sociale pensato e fortemente voluto da mio nonno Giuseppe Angelantoni nel momento in cui decise di trasferire l'azienda da Milano a Massa Martana, portare cioè lavoro dove c'era manodopera e non il contrario, è ancora questo il fil rouge che caratterizza il nostro modello di fare impresa. Quest'anno abbiamo festeggiato i 90 anni di vita aziendale e lo abbiamo fatto con i nostri collaboratori, con tutte le loro famiglie nella piazza principale del paese, nel cuore del paese in cui operiamo e a cui siamo indissolubilmente legati.

Di contro dell'Umbria ci penalizzano i trasporti e i collegamenti con il mondo esterno per chi come noi vive di dinamiche internazionali è un limite con cui non ci rassegheremo mai a dover convivere.

Il continuo supporto ai cluster è necessario per favorire la creatività e l'innovazione che caratterizzano i nostri prodotti. Nessuno può più pensare di poter operare in un mercato sempre più globale da solista. C'è bisogno di aggregazioni, di fare rete, di creare un humus imprenditoriale in cui regni la contaminazione. Abbiamo in generale bisogno di un piano industriale di ampio respiro, di visione di lungo periodo, di stabilità del quadro normativo. Solo in questo contesto le aziende possono operare al meglio ed è qui che vengono valorizzate le eccellenze.

Ogni azienda deve indiscutibilmente generare valore e profitto, non potrebbe sopravvivere senza, ma questo non è in antitesi, anzi va di pari passo direi, con la

necessità che questo benessere venga distribuito. Questa visione olistica della sostenibilità è realmente capace di definire il vero Purpose dell'azienda, quale cioè è il suo ruolo nel mondo.

Federica Marinelli

Marketing and Communication Coordinator

Mai come in questo particolare periodo storico si dà importanza all'approvvigionamento e al consumo energetico come fattore strategico e di vitale importanza per il successo di ogni business che si rispetti. Tutte le industrie sono infatti chiamate ad affrontare le sfide del mercato e, al contempo, a garantire la produzione in maniera sostenibile.

Nel panorama energetico di oggi e in questo complesso scenario mondiale di tensioni geo-politiche, spicca tra le eccellenze italiane Ecosuntek spa, leader e partner energetico affidabile ed innovativo geneticamente impegnato verso la transizione green, la quale pone l'uomo e l'ambiente al centro della propria missione. Nata nel 2008 come fornitore di servizi Epc per il mercato fotovoltaico, è attiva nel settore delle energie rinnovabili e molto conosciuta all'interno del territorio nazionale ed internazionale diventando negli anni un player di riferimento nella produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili.

Contestualmente all'ammissione a quotazione sull'AIM Italia-MAC, ha effettuato uno spin off delle Business Unit relative ai settori EPC ed O&M per focalizzarsi esclusivamente sull'unico business della power generation. Attualmente, il Gruppo Ecosuntek detiene e gestisce impianti fotovoltaici, con una capacità installata di circa 110 MW,

Ha realizzato impianti fotovoltaici per società del gruppo e conto terzi per una capacità complessiva di circa 300 MW.

La visione del gruppo è semplice ma d'impatto: l'impegno al raggiungimento del virtuosismo ed efficientamento energetico nel pieno rispetto del pianeta, sfruttando l'energia solare per rafforzare l'autonomia e la resilienza del sistema energetico anche nel prossimo futuro, contribuendo alla decarbonizzazione, con il minore impatto ambientale possibile e un'impronta del tutto sostenibile.

L'azienda opera su tutto il territorio nazionale, vantando partner importanti sia nel settore b2c che nel settore b2b (servendo ogni tipo di settore: industriale, agricolo, commerciale, residenziale, produttivo...).

La transizione energetica come missione

Quando si parla di transizione energetica non si parla di "se" o di "ma", si parla di "come" attuarla e con l'aiuto di quale partner. Ecosuntek accompagna i propri clienti nel processo di transizione green, controllando l'intera filiera del business dell'energia, tramite un approccio collaborativo e sistemico, un percorso strutturato e di miglioramento delle prestazioni energetiche e gestionali dei propri clienti, aiutandoli contemporaneamente a incrementare la loro consapevolezza circa l'uso e il consumo energetico.

La transizione energetica tramite energie rinnovabili rappresenta l'unica via percorribile per una transizione giusta e accessibile.

L'attuale aumento dei prezzi dell'energia prodotta da combustibili fossili, la necessità di garantire la sicurezza energetica e la contrapposizione internazionale tra i Paesi, possono indebolire la cooperazione multilaterale necessaria a contrastare il cambiamento climatico (l'urgenza della questione climatica riflette anche la crescente sensibilità della collettività sul tema, diventato ormai centrale nelle agende politiche nazionali ed internazionali, come ad esempio tra gli obiettivi ONU descritti nell'agenda 2030) ed a rallentare la transizione verso la neutralità.

Pertanto, la volatilità dei prezzi data dal complesso scenario internazionale ed il tema cruciale degli approvvigionamenti energetici sono tra i maggiori fattori che rendono

evidente la necessità di avviare una transizione green, fondamentali per un bene che è considerato essenziale.

Se l'Italia entro il 2030 centrasse l'obiettivo di installare gli 85 GW previsti dal Piano REPowerEU, sarebbe in grado di raggiungere l'84% di rinnovabili nel mix di produzione elettrica. I benefici sarebbero evidenti e su tutti i fronti, sia ovviamente in chiave ambientale con una notevole riduzione delle emissioni di CO₂, ma anche in chiave economica e occupazionale. Dal punto di vista strategico, l'Italia diventerebbe in pochi anni del tutto autonoma senza più dipendere dall'approvvigionamento di gas da altri paesi.

Sebbene quindi una delle motivazioni più importanti è rappresentata dalla vulnerabilità della nostra economia e l'impellente necessità di importare energia, di certo la principale è rappresentata dal cambiamento climatico, un aspetto al quale necessariamente si deve fare sempre più attenzione e che più che mai rende il processo di decarbonizzazione di fondamentale importanza.

Per Ecosuntek, avviare un processo di transizione energetica significa quindi avviare un rinascimento ecosostenibile che consenta di compiere un passo deciso verso un approvvigionamento energetico rigenerativo.

La Visione del gruppo è raggiungere l'indipendenza energetica con lo sfruttamento dell'energia più potente, il sole. L'obiettivo è quindi porre il fotovoltaico a servizio dell'efficienza energetica, poiché fornisce energia da utilizzare in combinazione con le tecnologie efficienti. Il fotovoltaico è una prerogativa importante di un sistema energetico efficiente che possa limitare l'acquisto di energia elettrica dalla rete, integrando l'impianto con diversi componenti tecnologicamente efficienti. Infatti, solo con l'utilizzo corretto delle risorse e lo sfruttamento delle energie rinnovabili possiamo dare un futuro alle generazioni dei nostri figli. C'è bisogno di concretizzare il più possibile questa esigenza tramite fatti e azioni tangibili.

Creazione e distribuzione del valore secondo Ecosuntek

Il business model del gruppo Ecosuntek è semplice e d'impatto: fondamentale il presidio dell'intera filiera e della catena di fornitura, a partire dalla ricerca di opportunità di sviluppo di nuovi impianti, consulenza, studio di fattibilità, progettazione fino alla loro realizzazione e la gestione di questi ultimi.

Ecosuntek si pone quindi come unico interlocutore per risolvere qualsiasi problema energetico, con un'ampia gamma di servizi che spaziano

della progettazione e realizzazione di interventi di efficientamento, alla distribuzione di tecnologie per interventi di efficienza energetica.

Sosteniamo e accompagniamo i nostri partner verso la transizione green e l'efficientamento energetico: tra i valori fondamentali che abbracciamo e trasmettiamo a chi ci sceglie, troviamo affidabilità, tecnologia, salute e sostenibilità, alta specializzazione, tranquillità e trasparenza.

Ci distinguiamo per la freschezza del nostro Team: crediamo nei nostri professionisti e l'azienda è composta da giovani (l'età media è di trent'anni), capaci di condividere l'idea di uno sviluppo economico e sociale basato sulle energie rinnovabili. Infatti, sono le nuove generazioni che riescono meglio ad interpretare la necessità di un cambio drastico di approvvigionamento energetico e che soprattutto riescono a concretizzarlo in azioni che siano smart e accessibili a tutti.

Obiettivi di sviluppo sostenibile

Ecosuntek, attraverso le società controllate dalla stessa, completa l'intera filiera del business relativo all'energia, mediante la commercializzazione in favore del cliente finale dell'energia prodotta sia dagli impianti delle società controllate che acquisita da terzi, ottimizzando così l'intera filiera. A partire dall'anno 2015, infatti, Ecosuntek svolge attività di acquisto di energia elettrica prodotta, in prevalenza, da fonte rinnovabile e di successiva rivendita della stessa sul mercato libero.

Questo garantisce di seguire e gestire direttamente l'aspetto tecnico, dando grande attenzione alla formazione dei tecnici interni, riconoscendo e valorizzando la manodopera specializzata e riuscendo così ad istituire un sistema di qualifica obbligatoria degli operatori del settore.

La gestione del progetto è totalmente internalizzata, tramite un approccio collaborativo e sistemico: in unico soggetto viene ricondotto il know-how di tutta la filiera dell'energia, dall'analisi preliminare alla realizzazione dell'impianto, comprese le fasi di ingegneria ed il supporto al finanziamento di questo.

Nello specifico, in tema di auto-approvvigionamento energetico, al cliente che aderisce al sistema efficiente di utenza Ecosuntek, è fornito un impianto a titolo gratuito per un periodo di tempo determinato dal piano economico sviluppato con l'energy manager, e ha l'obbligo di acquistare per un numero predefinito di anni l'energia messa a disposizione dall'impianto fotovoltaico.

Con la soluzione finanziaria del Leasing Operativo, il cliente paga una rata sul costo del progetto in base all'effettivo risparmio energetico; mantiene così l'indipendenza e l'autosufficienza, sfrutta gli incentivi statali oltre agli ammortamenti e altri benefici fiscali e allinea gli obiettivi di investimento.

Nel lungo termine, Ecosuntek ha una strategia di sviluppo che prevede una diversificazione nei settori dello storage e mini idroelettrico.

Progetto agri-voltaico: benefici, obiettivi e sviluppo

L'agro-fotovoltaico rappresenta la nuova frontiera delle energie rinnovabili: una soluzione innovativa che coniuga le esigenze energetiche con quelle dell'agricoltura e della pastorizia, attraverso l'utilizzo e lo sviluppo di impianti capaci di creare sinergia con le due diverse attività.

Nello specifico "agrivoltaico" significa l'uso di un terreno sia per produrre energia fotovoltaica, grazie all'installazione di pannelli solari, sia per realizzare attività agricole e di allevamento.

La rilevanza dell'agro-voltaico è evidenziata dall'importante stanziamento previsto dal PNRR (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza) che ammonta a ben 1,1 miliardi di euro, con l'obiettivo di installare 1,04 GWp di impianti fotovoltaici (che comporterebbero una riduzione di 0,8 milioni di tonnellate di CO₂).

Numerosi sono i vantaggi del progetto agri-voltaico, dando vita ad una coesistenza unica e virtuosa non solo per l'ambiente ma anche per le comunità e l'economia locale, creando sistemi capaci di unire l'innovazione alla tradizione.

Ad esempio, l'utilizzo dell'agri-voltaico contrasta l'abbandono dei terreni agricoli creando nuove opportunità di lavoro. Nel caso di serre fotovoltaiche, protegge le colture da eventi atmosferici e sbalzi di temperature e diminuisce il fabbisogno idrico con una minore richiesta di acqua per irrigazione (anche fino al 20%), proteggendo le colture dal calore.

Tra gli altri benefici troviamo l'ottimizzazione dell'ombreggiamento per le colture (anche con sistemi ad inseguimento), la possibilità di pascolo per bestiame con ombreggiamento dove poter riposare, possibile impiego efficiente di moduli bifacciali e ultimo, ma non per importanza, il bilanciamento delle emissioni di gas serra; si stima infatti che solo il settore agricolo immetta il 10% di CO₂ totale in Europa.

Questo rappresenta anche uno stimolo agli investimenti che accrescono la competitività dell'azienda agricola, che si affida ad un partner energetico come

Ecosuntek attraverso la digitalizzazione e la diversificazione della propria azienda. L'agri-voltaico è un progetto pionieristico che aiuta anche in termini di comunicazione a condividere valore tra i diversi attori coinvolti (azienda agricola, azienda energy management), quindi dimostra una spiccata attenzione verso temi moderni e di fondamentale importanza, conosciuti comunemente come fattori "ESG".

Dal punto di vista della tecnologia, sono molte le modalità di installazione: le strutture di montaggio possono essere ad inseguimento solare, di altezza tale da consentire il passaggio di mezzi agricoli e distanziate adeguatamente, secondo opportune ottimizzazioni; fanno parte di questa categoria anche gli impianti fotovoltaici installati su serre.

Ci sono tuttavia ancora degli aspetti da superare, ad esempio un sistema regolatorio e di permessi poco semplice, eventuali regimi di incentivazione, la necessità di un'appropriata definizione urbanistica degli impianti agro-voltaici e l'accettazione di questo tipo di impianti dalla comunità.

I nostri obiettivi in termine di agri-voltaico sono molteplici. Tra questi, spicca l'implementazione di progetti con impianti sia agro-voltaici che galleggianti (sui bacini idrici da valorizzare). In una fase secondaria all'installazione, ci ripromettiamo di monitorare l'efficacia delle installazioni e valutare sia aspetti energetici che delle attività agricole, così come di monitorare gli effetti sul suolo, in particolare sulla resilienza ai cambiamenti climatici. L'obiettivo ultimo sarà quello di rendere più competitivo il settore agricolo con l'abbattimento dei consumi energetici.

Ostacoli e barriere per lo sviluppo sostenibile: come valorizzare l'anima green Umbra

Secondo il piano Fit For 55 presentato dall'UE, l'obiettivo è di ridurre le emissioni nette di gas a effetto serra di almeno il 55% entro il 2030. Ma la nuova ambizione ha trovato inevitabilmente tutti gli Stati membri in ritardo rispetto alla tabella di marcia. Se ci concentriamo sull'Italia, gli ostacoli e la tabella di marcia risultano ancora più in ritardo.

Tra i vari ostacoli che condizionano lo sviluppo della transizione energetica per le aziende, troviamo sicuramente i vari adempimenti normative e le infinite burocrazie del Belpaese.

Tra le più grandi necessità troviamo una semplificazione delle procedure autorizzative per gli impianti da fonti rinnovabili e la promozione di attività che

favoriscono l'efficienza energetica. Infatti, nel nostro Paese, c'è la mancanza di un quadro normativo unico e certo, problema che porta alla lentezza nel rilascio delle autorizzazioni, lente valutazione di impatto ambientale, blocchi da parte delle sovrintendenze, norme regionali disomogenee tra loro, regole e procedure che portano a tempi medi biblici per ottenere autorizzazioni...

L'accesso ai fondi pubblici è un percorso articolato e difficile per lo sviluppo di progetti di transizione energetica, ma che è di fondamentale importanza: tutte le rinnovabili hanno bisogno di supporto finanziario per essere messe in atto. Fortunatamente, non ci sono dubbi sul fatto che gli sforzi legati al recupero economico e sociale post Covid saranno imperniati sulla trasformazione dell'economia e sul rilancio degli obiettivi di sostenibilità, pertanto facilitando l'accesso e la disponibilità di fondi pubblici per progetti green.

In termini di posizione geografica, l'Umbria non ha mai rappresentato uno svantaggio per la nostra azienda: a prescindere dalla regione in cui ci si trova, si deve attingere ai fondi pubblici per favorire questo genere di investimenti e la regione Umbria sta facendo continui sforzi per favorire lo stanziamento di fondi per progetti di transizione green.

Di certo, per valorizzare l'anima green Umbra è opportuno fare rete con i colleghi imprenditori, soprattutto nel nostro caso in termini di approvvigionamento e lavorazione delle materie prime che fanno parte della nostra filiera produttiva (dall'alluminio, ai cavi elettrici, ecc...): solo con una collaborazione multilaterale e trasversale, uniti dallo stesso ideale e da un comune obiettivo, riusciremo a velocizzare e ad attuare una transizione energetica a favore delle energie rinnovabili pulite.

Fabrizio Pedetta

Direttore Generale Colacem S.p.A.

Colacem S.p.A. è una realtà industriale attiva nella produzione di cemento. L'azienda, creata dalla famiglia Colaiacovo nel 1966, è nata e si è sviluppata in Italia, dove si attesta tra i leader del settore.

Colacem ha saputo investire al di fuori dei confini nazionali, diversificandosi geograficamente. È presente in Italia con 6 stabilimenti a ciclo completo, 4 terminali e 3 depositi. Fanno parte del dispositivo industriale anche gli impianti di Tunisi, Sabana Grande de Palenque (Repubblica Dominicana), Lafiteau (Haiti), Balldre (Albania), insieme ai terminali di Alicante e Cartagena (Spagna), Kingston (Giamaica).

La Direzione Generale è a Gubbio, in provincia di Perugia.

Con un fatturato complessivo di 842 milioni di Euro nel 2022, il Gruppo occupa oltre duemila dipendenti.

La vision sostenibile

Colacem è da sempre orientata al mercato e fa dell'innovazione tecnologica e della sostenibilità i suoi punti di forza. Avere stabilimenti moderni ed efficienti è uno dei fattori essenziali per essere competitivi. L'azienda ha sempre puntato sulle migliori tecnologie disponibili, continuando a investire sui propri impianti per mantenerli tra i più avanzati d'Europa.

L'attenzione all'ambiente, la continua ricerca nel migliorare la qualità dei propri prodotti e dei servizi resi alla clientela sono fondamentali e permettono a Colacem di competere con i migliori.

L'asset principale del Gruppo rimangono comunque le persone, che con grande spirito di squadra costituiscono un'organizzazione altamente professionale.

Il cemento

Il cemento è il materiale più utilizzato in Italia e nel mondo, fondamentale e spesso insostituibile per lo sviluppo economico, sociale e qualitativo del paese. Abitazioni, scuole, ospedali, uffici, fabbriche, strade, ferrovie, gallerie, ponti, dighe e tanto altro sono possibili grazie al cemento.

Colacem sta lavorando su temi fondamentali come quello dell'economia circolare, della decarbonizzazione, della rigenerazione urbana, della messa in sicurezza del territorio, della prevenzione antisismica e dello sviluppo intelligente delle città che sono alla base di un futuro sostenibile.

Transizione energetica: i benefici

La transizione energetica è nell'agenda di tutti, istituzioni pubbliche, imprese private, ma anche di ogni singolo individuo del pianeta, con sensibilità e intensità diverse. È una sfida epocale raccolta dal mondo occidentale, che nella storia degli ultimi due secoli è stato il maggiore responsabile nell'uso di fonti energetiche non rinnovabili. L'obiettivo è rendere sostenibile il nostro stile di vita, considerando che anche chi è rimasto indietro dovrà nel futuro soddisfare gli stessi nostri bisogni.

Assisteremo a grandi cambiamenti che determineranno una redistribuzione di risorse tra diversi paesi del mondo, avendo come valore di riferimento fondamentale la sostenibilità. La produzione di beni e servizi già oggi dà un valore al contenuto ecologico di quanto è offerto sul mercato. A titolo di esempio, le abitazioni in classe energetica "A" hanno un prezzo e una richiesta nettamente migliore delle altre,

mentre quelle nelle classi meno performanti rischiano di rimanere fuori mercato. I grandi cambiamenti, come quelli che stiamo vivendo, offrono sempre opportunità per le aziende che sanno leggere e interpretare al meglio i tempi e le necessità. Di una cosa siamo certi, che un futuro sostenibile sia legato ad infrastrutture resilienti e accessibili a tutti, come ben indicato negli obiettivi agenda 2030 dell'ONU e nel Green Deal europeo. Per questo siamo impegnati nello studiare e realizzare materiali per le costruzioni con un'impronta carbonica sempre più bassa e prestazioni migliori, con un'attenzione particolare al ciclo di vita dell'opera (LCA).

Le azioni concrete che si stanno mettendo in campo

Colacem ha partecipato attivamente al progetto coordinato da AITEC Federbeton, redatto da KPMG, che definisce la "road-map" del settore cemento verso la decarbonizzazione. Sono state individuate un numero di azioni specifiche declinate nell'asse temporale 2020-2050. Il nostro processo industriale ha due ambiti principale per la riduzione delle emissioni climalteranti: la tipologia dei combustibili utilizzati per raggiungere le temperature di esercizio e la fase di trasformazione dei carbonati in ossidi. Nel primo caso esistono tecnologie consolidate applicate su base industriale che riducono drasticamente le emissioni di CO₂ derivanti dalla combustione. L'uso di combustibili alternativi, che residuano dai moderni processi di riciclo dei rifiuti, assolve in modo efficiente a questo scopo. Per quanto riguarda la trasformazione dei carbonati, al netto dell'uso di materie prime parzialmente decarbonatate (disponibili oggi in piccole quantità e non ovunque) si sta investendo in ricerca e sviluppo su tecnologie di frontiera per la cattura, il trasporto e lo stoccaggio della CO₂. Ci sono vari studi a livello mondiale in fase sperimentale e anche Colacem partecipa a questa sfida (es. progetto NanomemC2). Per dare una dimensione allo sforzo che si sta facendo, KPMG stima per il solo settore italiano 4,2 miliardi di euro di investimenti entro il 2050, con un incremento dei costi operativi, a volumi costanti, per circa 1,4 miliardi annui.

I Progetti innovativi

Tra i vari progetti in corso, uno di sicuro interesse è quello relativo all'utilizzo del calore residuo della griglia di raffreddamento del clinker per la produzione di energia elettrica. Colacem ed Enel X hanno avviato una partnership dedicata allo sviluppo di progetti di efficientamento energetico, che porterà alla realizzazione di uno dei più

grandi impianti italiani ORC (Organic Ranking Cycle) presso il nostro stabilimento di Sesto Campano (IS). L'impianto prevede il recupero di calore per la produzione di circa 2,1 MW di potenza elettrica netta, dal raffreddamento dal calore in uscita dalla griglia tramite l'utilizzo di un nuovo scambiatore opportunamente dimensionato. Questa sorgente termica trasferisce il calore a un fluido intermedio a olio diatermico che alimenta l'impianto ORC. Si prevede una produzione di energia elettrica di circa 15 GWh l'anno, senza alcuna immissione di CO₂ in atmosfera. Il valore dell'investimento è di 12 milioni di euro ed è un ulteriore segno della concreta sensibilità ambientale di Colacem, oltre a permettere una riduzione dei costi energetici.

Gli obiettivi

La neutralità carbonica indicata dalle istituzioni europee è un obiettivo che coinvolge tutti: imprese istituzioni e cittadini. All'interno di questo quadro, siamo fortemente convinti che i nostri prodotti giocheranno un ruolo da protagonisti nel disegnare un futuro sostenibile. L'alta velocità, le fondazioni delle pale eoliche, le dighe per un uso razionale delle risorse idriche o per la produzione di energia idroelettrica sono alcuni esempi che testimoniano quanto siano realmente indispensabili cementi e calcestruzzi. Parliamo di prodotti in costante evoluzione che spingono l'azienda a investire in progetti di ricerca e sviluppo per ottenere prestazioni fisico-meccaniche e ambientali sempre migliori. Si sta delineando un nuovo concetto che va oltre il prodotto in sé, arrivando a valutare l'impatto ambientale del manufatto finale nel suo intero ciclo di vita (LCA). Tra gli obiettivi, è di primaria importanza mantenere un alto livello di professionalità dell'intera organizzazione, che sia sempre in grado di interpretare e gestire i cambiamenti in atto. Al centro della nostra attenzione c'è comunque la soddisfazione del cliente, con esigenze costantemente in evoluzione, soprattutto in termini ambientali. Colacem ha acquisito la certificazione EPD (Environmental Product Declaration – Dichiarazione Ambientale di Prodotto) per tutti i prodotti in tutti gli stabilimenti. Oggi gli obiettivi non sono quasi mai riferibili a una o poche funzioni aziendali, ma hanno una dimensione trasversale che richiede la partecipazione attiva di ogni direzione.

Transizione energetica: uno sguardo al futuro

Fare impresa in Italia non è sempre facile. Le cause sono molteplici, alcune delle quali riconducibili alla nostra storia: un sistema normativo complesso, non uniforme sul territorio nazionale, difficile identificazione delle responsabilità, portatori di interessi contrapposti che non riescono quasi mai a trovare una sintesi. La sindrome NIMBY nel nostro paese è più diffusa che altrove, questo porta ad assumere decisioni non sempre razionali, basate su dati oggettivi e scienza. Siamo il fanalino di coda nella valorizzazione dei combustibili alternativi e contestualmente tra i paesi europei con più problematiche nella gestione dei rifiuti. Come già detto, il nostro settore potrebbe rappresentare un'opportunità per ridurre l'uso di combustibili fossili, gestire una parte dei residui della raccolta differenziata e contenere le emissioni di gas climalteranti.

Per affrontare con successo la transizione energetica occorre un atteggiamento laico, equilibrato e che affronti i problemi basando le decisioni su dati scientifici e non su posizioni emotive o pregiudiziali.

Affrontare la transizione significa agire su un arco temporale, applicando le migliori tecnologie disponibili e mantenendo l'impegno ad investire in ricerca e sviluppo di nuove soluzioni.

Il futuro difficilmente vedrà una sola tecnologia applicata, ma una varietà di opzioni funzionali ai diversi usi. Fondamentale sarà assicurare un mix energetico diversificato per mettere il nostro paese al riparo da eventi imprevedibili che possano mettere in crisi l'intero sistema.

In definitiva serve un passo avanti culturale, che permetta la realizzazione di tutto quanto appena descritto.

Le energie rinnovabili

L'industria del cemento è energivora. Il processo necessita di energia termica ad alta temperatura per la sinterizzazione delle materie prime. Come già ricordato i forni da cemento sono altamente compatibili con l'uso di combustibili alternativi in sostituzione delle fonti fossili, sia per l'elevata temperatura (1450 °C), sia per i tempi di residenza che rendono la combustione completa. Questa tecnologia è largamente applicata nei paesi europei più virtuosi in tema di politiche ambientali.

I vantaggi riconosciuti sono:

- Sostituzione di fonti fossili non rinnovabili.
- Meno conferimento in discarica.
- Emissioni ridotte rispetto ai combustibili tradizionali.
- Gestione tracciata del ciclo dei rifiuti.
- Applicazione dei criteri di economia circolare.
- Ridotti costi di gestione della frazione non riciclabile.

Al contempo, siamo particolarmente interessati agli sviluppi di quelli che saranno i combustibili del futuro, consapevoli della compatibilità dei nostri impianti con qualsiasi fonte termica.

Fonti rinnovabili: i progetti autonomi

Oltre al progetto WHRS (Waste Heat Recovery System) per il recupero di energia dal calore in esubero del forno dello stabilimento di Sesto Campano, sono in fase di progettazione ed esecuzione diversi progetti di parchi fotovoltaici, tra i quali quello di Gubbio con una potenza installata di 14 MWp, quelli di Pozzallo e Ragusa in Sicilia con una potenza complessiva di 13 MWp e Caravate di 1 MWp. Queste installazioni saranno, ove possibile, a consumo di suolo zero perché posizionate sopra le coperture degli edifici produttivi e in aree industriali o cave dismesse, così da essere classificate a pieno titolo come progetti di riqualificazione.

I progetti di ricerca in sinergia con Università e altri enti

Diversi sono i progetti che vedono la collaborazione tra la nostra azienda e il mondo universitario. A titolo di esempio con il dipartimento di Geologia dell'Università di Perugia stiamo approfondendo l'utilizzo di nanoparticelle per il miglioramento della sinterizzazione nella produzione di clinker. Con l'Università di Roma La Sapienza e AITEC si sta lavorando a nuovi cementi a basso contenuto di CO2. Mentre con la società di ricerca ENCO stiamo realizzando nuove formulazioni di cementi innovativi, utilizzando ceneri pretrattate provenienti da termovalorizzatori.

I fondi pubblici destinati alla Transizione energetica

Non sempre ottenere i fondi pubblici è un obiettivo facilmente raggiungibile. Ci sono ostacoli di ordine burocratico che necessitano di una vera e propria organizzazione all'interno dell'azienda per affrontare positivamente queste difficoltà. La nostra azienda è interessata a utilizzare risorse finalizzate a progetti realmente utili, coerenti con gli obiettivi di sostenibilità, evitando di disperdere risorse pubbliche in rivoli senza una base concreta.

L'importanza di fare sistema

L'Umbria è un luogo straordinario, con un'ottima qualità della vita e una cultura del rispetto, orientata naturalmente alla sostenibilità. Sconta ancora alcune difficoltà strutturali, in particolare la capacità di fare sistema. Scuola, università, imprese, istituzioni pubbliche e comunità hanno uno straordinario potenziale quando riescono a dialogare e costruire progetti utili al progresso del nostro territorio.

Dal punto di vista economico la sfida è quella di creare condizioni perché giovani qualificati possano trovare terreno fertile per realizzare i propri progetti. Tra le chiavi di possibile successo, c'è sicuramente la capacità di lavorare a rete per un'economia diversificata dove agricoltura, manifattura, turismo e servizi siano sostenuti da amministrazione pubblica, settore privato e comunità. C'è bisogno di un'evoluzione culturale, perché la nostra regione sia maggiormente competitiva, con una rete di connessioni più efficiente e aperta al mercato globale.



Agenzia Umbria Ricerche

www.agenziaumbriaricerche.it



Regione Umbria

Finito di stampare nel mese di Settembre 2023

Stampa: Centro Stampa Giunta Regionale - Regione Umbria

